



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
PROGRAMA DE DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
EM ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE DAS INSTITUIÇÕES
(FUFPI, UFC, UFRN, UFPB, UFPE, FUFIS, UESC-BA)

ANDERSON DA SILVA RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROJETO HORA DE PLANTAR SOBRE A
SUSTENTABILIDADE DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA
MICRORREGIÃO DO CARIRI (CE): O CASO DO MILHO HÍBRIDO

FORTALEZA

2016

ANDERSON DA SILVA RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROJETO HORA DE PLANTAR SOBRE A
SUSTENTABILIDADE DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA MICRORREGIÃO DO
CARIRI (CE): O CASO DO MILHO HÍBRIDO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em
Desenvolvimento e Meio Ambiente da
Universidade Federal do Ceará como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor
em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Ph.D. Ahmad Saeed Khan

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R611a Rodrigues, Anderson da Silva.
Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da Microrregião do Cariri (CE): o caso do milho híbrido / Anderson da Silva Rodrigues. – 2016.
250 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Ahmad Saeed Khan.
1. Sustentabilidade agrícola. 2. Avaliação de impacto. 3. Projeto Hora de Plantar. I. Título.
CDD 333.7
-

ANDERSON DA SILVA RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROJETO HORA DE PLANTAR SOBRE A
SUSTENTABILIDADE DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA MICRORREGIÃO DO
CARIRI (CE): O CASO DO MILHO HÍBRIDO

Tese apresentada à Coordenação do Curso de
Doutorado em Desenvolvimento e Meio
Ambiente – DDMA da Universidade Federal
do Ceará – UFC como parte dos requisitos
necessários à obtenção do Grau de Doutor em
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ph.D. Ahmad Saeed Khan (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Ana Tereza Bittencourt Passos
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

Prof. Dr. Leonardo Andrade Rocha
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

Prof.^a Dr.^a Eliane Pinheiro de Sousa
Universidade Regional do Cariri (URCA)

A Deus.

Aos meus tesouros, Marcele, Samara e
Maurício.

Aos meus pais, Jorge e Lília.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar presente, em todos os momentos de minha vida, permitindo as quedas, mostrando os erros e guiando o caminho.

A meus pais, Jorge e Lília, meus irmãos e demais familiares, por todo o apoio, dedicação, carinho, confiança e incentivos recebidos durante toda a minha vida.

À minha esposa, Marcele, e meus filhos, Samara e Maurício, pelo amor, estímulo, carinho e por suportarem o peso da minha ausência.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo apoio financeiro através de bolsa de estudo.

Ao Prof. Ph.D. Ahmad Saeed Khan, pela orientação valiosa e pelo estímulo durante a realização deste trabalho e, principalmente, pela amizade e apoio que me foram prestados durante todo o curso.

À Professora Dr.^a Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, pela disponibilidade demonstrada e pela valiosíssima ajuda no decorrer deste trabalho.

À Professora Dr.^a Eliane Pinheiro de Sousa, amiga e colega de trabalho, que, nos últimos meses, com excepcional atenção e paciência, ajudou-me tanto na realização da pesquisa de campo quanto em uma revisão cuidadosa do texto.

À Secretaria de Desenvolvimento Agrário, em especial à Dr.^a Conceição de Maria Pontes Moreira, pela presteza no fornecimento de dados secundários.

Aos alunos Matheus, Lucas, Erivelton e Jorge, pela colaboração na pesquisa de campo.

Aos técnicos e gerentes da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Ceará (EMATERCE), dos Municípios de Barbalha, Santana do Cariri e Nova Olinda, pelo valoroso auxílio à pesquisa de campo.

À coordenação do Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente e em especial à secretária Sônia, pela presteza e a gentileza como atenderam às minhas necessidades.

À minha amiga Christiane Luci, companheira no doutorado e na URCA, pela amizade sincera, carinho, paciência e incentivo à pesquisa.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para o sucesso desta empreitada.

“O homem não nasceu para resolver o problema do universo, mas para descobrir o coração do problema e então confinar-se ao que está ao alcance do conhecimento. A questão a perguntar não é se estamos todos de acordo, mas se partimos de uma base comum de sentimento.” (Goethe)

RESUMO

O Projeto Hora de Plantar foi estruturado a partir do programa Arrancada da Produção, em 1987, e consiste na distribuição subsidiada, aos agricultores de base familiar, de sementes geneticamente selecionadas, de modo a garantir maior produtividade e a necessária rusticidade para adaptação às condições edafoclimáticas nordestinas. Com a inserção de ações de promoção da sustentabilidade nos diversos Planos de Desenvolvimento Rural Sustentável, implementados após 1995, o Projeto Hora de Plantar passa a ter, além do objetivo principal de aumento de renda e produtividade dos beneficiários, outros objetivos, como: o incentivo à adoção de práticas agrícolas de convivência com o semiárido e o apoio ao florestamento e reflorestamento através da distribuição de espécies vegetais nativas e exóticas. Com o Programa do Milho Híbrido, criado em 1999, a distribuição de sementes de milho híbrido passa a integrar o rol das culturas promovidas pelo Projeto Hora de Plantar. Em 2015, foram distribuídas 2.227 toneladas de sementes e beneficiados 75.880 produtores cearenses, representando cerca de 65% das sementes distribuídas pelo projeto. O presente estudo tem como objetivo principal avaliar o impacto promovido pelo Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares produtores de milho híbrido da Microrregião do Cariri Cearense mediante a construção de um Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP), que contempla as dimensões econômica, ambiental e tecnológica. Utilizaram-se dados de origem primária, obtidos mediante 210 questionários semiestruturados, sendo 90 para produtores beneficiários e 120 para não beneficiários do programa, aplicados nos municípios de Barbalha, Nova Olinda e Santana do Cariri, localizados na Microrregião do Cariri. A comparação entre grupo tratamento (beneficiários) e controle (não beneficiários) foi realizada mediante a aplicação da técnica de *Propensity Score Matching*. Os resultados revelam que o Índice de Sustentabilidade da Produção entre os beneficiários é significativamente superior ao dos não beneficiários. Em relação aos componentes do ISP, os beneficiários apresentaram superioridade estatisticamente significativa nos índices das dimensões econômica e tecnológica. Quanto à dimensão ambiental, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. A análise de sensibilidade do modelo corrobora a robustez dos resultados estimados. Portanto, conclui-se que os agricultores familiares beneficiários do projeto Hora de Plantar apresentaram maior nível de sustentabilidade agrícola em relação aos não beneficiários.

Palavras-chave: Sustentabilidade agrícola. Avaliação de impacto. Projeto Hora de Plantar.

ABSTRACT

The Projeto Hora de Plantar (Project Time to Plant), was structured from the program Arrancada da Produção (Production Growth), in 1987, is the subsidized distribution to family farmers of the genetically selected seed, in order to ensure greater productivity and the need to adapt to climatic conditions rustic Northeastern. With integration of actions to promote the sustainability in the various Sustainable Rural Development Plans implemented after 1995, the Projeto Hora de Plantar is in addition to increased income and increase core productivity of beneficiaries, other objectives, such as: encouraging the adoption of agricultural practices for coexistence with the semi-arid and support to the forestation and reforestation through the distribution of native and exotic plant species. With the Programa do Milho Híbrido (Hybrid Maize Program), created in 1999, the distribution of hybrid maize seed becomes part of the list of cultures promoted by Projeto Hora de Plantar. In 2015, 2,227 tons of seeds were distributed and benefited producers 75,880 Brazil, representing about 65% of the seeds distributed by the project. The present study has a main objective to evaluate the impact promoted by the Projeto Hora de Plantar about the sustainability of the agricultural producers of hybrid maize farmers from the Cariri Microregion from Ceará by building an Index of Sustainability of Production (ISP), which covers the economic, environmental and technological dimensions. Using primary source data, obtained through 210 semi-structured questionnaires, being 90 to beneficiaries and 120 producers not to beneficiaries of the programme, implemented in the municipalities of Barbalha, Nova Olinda and Santana do Cariri, located in the Cariri Microregion. The comparison between treatment group (beneficiaries) and control(not beneficiaries) was performed by the application of the technique of propensity score matching. The results show that the Index of Sustainability of Production among the beneficiaries is significantly higher than that of non-beneficiaries. In relation to the components of the ISP, the beneficiaries showed statistically significant superiority in economic and technological dimensions. With regard to the environmental dimension, no statistically significant differences were found between the groups. The sensitivity analysis of the model confirms the robustness of the results estimated. Therefore, it is concluded that the beneficiaries of the project family farmers time to plant presented a higher level of agricultural sustainability in relation to non-beneficiaries.

Keywords: Agricultural sustainability. Impact evaluation. Projeto Hora de Plantar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- O problema da ausência do contrafactual na avaliação de impacto de uma política pública	101
Figura 2	- Avaliação de impacto mediante comparação entre grupos tratamento e controle na presença de diferenças pré-programa	101
Figura 3	- Distribuição de frequência dos escores de propensão – por grupo.....	193

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	-	Projetos estaduais de apoio à agricultura familiar, Ceará, 2015.....	85
Quadro 2	-	Projeto Hora de Plantar, limites de distribuição de sementes e mudas por agricultor, Ceará, 2015.....	88
Quadro 3	-	Classificação dos índices e indicadores por faixa de escores.....	116
Quadro 4	-	Definição dos índices, indicadores e variáveis utilizados.....	121
Quadro 5	-	Variáveis determinantes da participação no Projeto Hora de Plantar.....	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Agricultores familiares, distribuição relativa do acesso à tecnologia e assistência técnica, Brasil e grandes regiões, 1996.....	55
Tabela 2	- Proporção dos agricultores familiares que usam componentes relativos à modernização da agricultura, Brasil, 1996-2006.....	56
Tabela 3	- Variação percentual de componentes relacionados à modernização da agricultura familiar, Brasil e regiões, 1996-2006.....	57
Tabela 4	- Evolução do Projeto Hora de Plantar, variáveis selecionadas, Ceará, 2010-2015.....	91
Tabela 5	- Projeto Hora de Plantar, distribuição de sementes de milho por especificação, Ceará, 2010-2015.....	92
Tabela 6	- Composição estratificada da amostra, por grupo e municípios, Microrregião do Cariri, 2015.....	115
Tabela 7	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e gênero, Microrregião do Cariri, 2016.....	142
Tabela 8	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e classe etária, Microrregião do Cariri, 2016.....	143
Tabela 9	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e estado civil, Microrregião do Cariri, 2016.....	144
Tabela 10	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e escolaridade, Microrregião do Cariri, 2016.....	145
Tabela 11	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e número de pessoas na residência, Microrregião do Cariri, 2016.....	146
Tabela 12	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e condição em relação à terra, Microrregião do Cariri, 2015.....	149
Tabela 13	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e condição de moradia, Microrregião do Cariri, 2016.....	150
Tabela 14	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e tipo de construção de moradia, Microrregião do Cariri, 2016.....	150
Tabela 15	- Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e tempo de atividade na agricultura, Microrregião do Cariri, 2016.....	152

Tabela 16 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e transferências públicas recebidas, Microrregião do Cariri, 2016.....	154
Tabela 17 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e valores de transferência recebida, Microrregião do Cariri, 2016.....	155
Tabela 18 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e número de familiares envolvidos na produção, Microrregião do Cariri, 2015.....	157
Tabela 19 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e idade média dos familiares envolvidos na produção, Microrregião do Cariri, 2015.....	158
Tabela 20 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e sistema de cultivo, Microrregião do Cariri, 2015.....	160
Tabela 21 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e área total cultivada, Microrregião do Cariri, 2015.....	161
Tabela 22 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e percentual da área total destinado ao plantio de milho, Microrregião do Cariri, 2015.....	162
Tabela 23 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e área plantada de milho, Microrregião do Cariri, 2015.....	163
Tabela 24 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e produtividade por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015.....	164
Tabela 25 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e margem bruta por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015.....	165
Tabela 26 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e renda bruta por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015.....	166
Tabela 27 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e custo variável de produção por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015.....	168
Tabela 28 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e composição percentual do custo variável de produção, milho, Microrregião do Cariri, 2015	169
Tabela 29 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e disponibilidade de recursos hídricos, Microrregião do Cariri, 2015.....	172

Tabela 30 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e níveis de perda na produção, Microrregião do Cariri, 2015.....	173
Tabela 31 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e categorias do Índice de Contribuição Econômica, Microrregião do Cariri, 2015.....	175
Tabela 32 - Distribuição relativa dos produtores de milho, por grupo e indicadores do Índice de Gestão Ambiental da Produção, Microrregião do Cariri, 2015.....	176
Tabela 33 - Distribuição relativa dos produtores de milho, por grupo e indicadores do Índice de Adoção Tecnológica da Produção, Microrregião do Cariri, 2015.....	181
Tabela 34 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e categorias do Índice de Sustentabilidade da Produção, Microrregião do Cariri, 2015.....	188
Tabela 35 - Critérios de seleção do modelo de escolha binária, modelos Logit e Probit.....	189
Tabela 36 - Modelo de Regressão Logística para a atribuição de tratamento do Projeto Hora de Plantar, variáveis, coeficientes e demais parâmetros, Microrregião do Cariri, 2015.....	190
Tabela 37 - Indicadores de redução do viés entre as covariáveis antes e depois do pareamento, por método de pareamento, Microrregião do Cariri, 2015..	194
Tabela 38 - Parâmetros para avaliação do balanceamento de covariáveis, por métodos de pareamento, Microrregião do Cariri, 2015.....	195
Tabela 39 - Efeito do Tratamento sobre os Tratados (ATT) através de pareamento por score de propensão, por métodos de pareamento e variáveis de interesse, Microrregião do Cariri, 2015.....	197
Tabela 40 - Análise de Sensibilidade pelo método de Limites de Rosenbaum, por variável de resposta, nível gamma e método de pareamento, Microrregião do Cariri, 2015.....	200

LISTA DE ABREVIATURASE SIGLAS

ADAGRI	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará
ATE	Average Treatment Effect
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
ATT	Average Treatment Effect on Treated
CAI	Complexo Agroindustrial
CDS	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CODAF	Coordenadoria do Desenvolvimento da Agricultura Familiar
CONTAG	Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura
CVSF	Companhia do Vale do São Francisco
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DS	Desenvolvimento Sustentável
EEA	European Environment Agency
EMATERCE	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Ceará
EPI	Environmental Performance Index
ESI	Environmental Sustainability Index
FDA	Fundo de Desenvolvimento do Agronegócio
FEDAF	Fundo Estadual de Desenvolvimento da Agricultura Familiar
FESLM	Framework for Evaluation of Sustainable Land Management
GTDN	Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
HYV	High Yielding Varieties of Seeds
IDA	Índice de Desempenho Ambiental
IDACE	Instituto de Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
IFOCS	Instituto Federal de Obras Contra a Seca
IPECE	Instituto de Pesquisas Econômicas do Ceará
ISP	Índice de Sustentabilidade da Produção
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MST	Movimento dos Trabalhadores Sem Terra

OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ONG	Organização Não Governamental
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PAPI	Proposta de Ação Prioritária e Inovadora
PDBR	Política de Desenvolvimento do Brasil Rural
PDRSS	Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário
PGPAF	Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNHR	Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONAT	Programa de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais
PTC	Programa Territórios da Cidadania
SDA	Secretaria Estadual de Desenvolvimento Agrário do Ceará
SEAF	Seguro da Agricultura Familiar
WEF	Water Environment Federation
WWF	World Wildlife Fund

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	20
2	SUSTENTABILIDADE: A TRAJETÓRIA DE UM CONCEITO	24
2.1	Questão ambiental, sustentabilidade e desenvolvimento	24
2.2	Indicadores de sustentabilidade	31
2.2.1	<i>Indicadores: aspectos conceituais</i>	31
2.2.2	<i>Experiências com índices para avaliação da sustentabilidade</i>	35
3.	AGRICULTURA, MODERNIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE	39
3.1.	Inovação, tecnologia e desenvolvimento	39
3.2	Modernização da agricultura no Brasil	46
3.3	Agricultura familiar e modernização agrícola	52
3.4	Sustentabilidade agrícola: conceito, desafios e mensuração	59
4	POLÍTICAS PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL NO ESTADO DO CEARÁ	67
4.1	Políticas públicas: aspectos teóricos e conceituais	67
4.2	Políticas públicas e desenvolvimento rural: um enfoque a partir dos desafios do semiárido nordestino	69
4.2.1	<i>Semiárido nordestino: da industrialização como caminho às políticas agrícolas</i>	69
4.2.2	<i>Panorama das políticas agrícolas de apoio à agricultura familiar</i>	74
4.2.3.	<i>Ceará: desenvolvimento rural, políticas públicas e agricultura familiar</i>	80
4.2.4	<i>O Projeto Hora de Plantar e a importância da cultura do milho</i>	86
4.3.	Avaliação de políticas públicas: conceitos, desafios e abordagens	92
4.3.1	<i>Avaliação de impacto em políticas públicas</i>	96
4.3.1.1	<i>Tipos de abordagens na avaliação de impacto</i>	98
4.3.1.2	<i>O problema do contrafactual e o viés de seleção</i>	99
4.3.1.3	<i>Abordagens quantitativas para avaliação de impacto ex post</i>	103
4.3.2	<i>Evidência empírica da avaliação de impacto de políticas públicas pela técnica de propensity score matching</i>	109
5.	METODOLOGIA	112
5.1	Caracterização da área geográfica de estudo	112
5.2	Fonte dos dados e procedimentos de determinação da amostra	113

5.3	Procedimentos para a construção do Índice de Sustentabilidade da Produção	116
5.4	Testes estatísticos	123
5.4.1	<i>Teste para comparação de médias entre amostras independentes</i>	<i>123</i>
5.4.2	<i>Teste para homogeneidade das variâncias</i>	<i>125</i>
5.4.3	<i>Teste de homogeneidade (teste Qui-quadrado e Exato de Fisher)</i>	<i>125</i>
5.5	Propensity score matching: aspectos conceituais e metodológicos	127
5.5.1	<i>Hipóteses e formalização do modelo</i>	<i>127</i>
5.5.2	<i>Procedimentos metodológicos para aplicação da técnica de propensity score matching</i>	<i>129</i>
5.5.2.1	<i>Definição e estimação do modelo de escolha binária</i>	<i>129</i>
5.5.2.2	<i>Escolha do método de pareamento</i>	<i>132</i>
5.5.2.3	<i>Análise do balanceamento das covariáveis após o pareamento</i>	<i>137</i>
5.5.2.4	<i>Estimação do ATT e análise dos resultados</i>	<i>138</i>
5.5.2.5	<i>Análise de sensibilidade e Limites de Rosenbaum.....</i>	<i>138</i>
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	141
6.1	Análise descritiva dos dados da pesquisa	141
6.1.1	<i>Análise do perfil socioeconômico do produtor.....</i>	<i>141</i>
6.1.1.1	<i>Gênero</i>	<i>141</i>
6.1.1.2	<i>Idade.....</i>	<i>142</i>
6.1.1.3	<i>Estado Civil.....</i>	<i>143</i>
6.1.1.4	<i>Escolaridade</i>	<i>144</i>
6.1.1.5	<i>Número de pessoas na residência.....</i>	<i>145</i>
6.1.1.6	<i>Condição do produtor em relação à terra.....</i>	<i>147</i>
6.1.1.7	<i>Condição de moradia</i>	<i>149</i>
6.1.1.8	<i>Tipo de construção</i>	<i>150</i>
6.1.1.9	<i>Tempo de atividade na agricultura</i>	<i>151</i>
6.1.1.10	<i>Transferências públicas recebidas.....</i>	<i>152</i>
6.1.1.11	<i>Valor das transferências públicas.....</i>	<i>154</i>
6.1.1.12	<i>Número de familiares envolvidos na produção</i>	<i>156</i>
6.1.1.13	<i>Idade média dos familiares envolvidos na produção.....</i>	<i>157</i>
6.1.2	<i>Aspectos gerais relacionados à produção.....</i>	<i>159</i>
6.1.2.1	<i>Sistemas de cultivo.....</i>	<i>159</i>
6.1.2.2	<i>Área total de produção em todas as culturas</i>	<i>161</i>

6.1.2.3	<i>Percentual da área com a cultura do milho.</i>	162
6.1.2.4	<i>Área de produção de milho.</i>	163
6.1.2.5	<i>Produtividade por hectare da cultura do milho.</i>	163
6.1.2.6	<i>Margem bruta por hectare da cultura do milho</i>	165
6.1.2.7	<i>Renda bruta por hectare da cultura do milho.</i>	166
6.1.2.8	<i>Custo variável de produção por hectare da cultura do milho.</i>	167
6.1.2.9	<i>Vulnerabilidade da produção ao risco climático</i>	171
6.1.3	<i>Análise descritiva dos índices e indicadores componentes do Índice de Sustentabilidade da Produção</i>	173
6.1.3.1	<i>Índice de Contribuição Econômica da cultura do milho (ICE)</i>	174
6.1.3.2	<i>Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP)</i>	175
6.1.3.3	<i>Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP)</i>	180
6.1.3.4	<i>Índice de Sustentabilidade da Produção</i>	187
6.2	<i>Estimação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos produtores familiares</i>	189
6.2.1	<i>Definição e estimação do modelo de escolha binária</i>	189
6.2.2	<i>Análise do Balanceamento das covariáveis e escolha dos métodos de pareamento</i>	192
6.2.3	<i>Estimação do Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT)</i>	196
6.2.4	<i>Análise de sensibilidade para o Efeito do Tratamento sobre os Tratados (ATT)</i>	199
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	202
	REFERÊNCIAS	206
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES FAMILIARES PRODUTORES DE MILHO	228
	APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, ESTADO CIVIL E FAIXA ETÁRIA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.	233
	APÊNDICE C – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, NÚMERO DE PESSOAS NA RESIDÊNCIA E FAIXA ETÁRIA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016	234
	APÊNDICE D – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, TEMPO DE ATIVIDADE NA AGRICULTURA E FAIXA ETÁRIA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016	235

APÊNDICE E – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, TEMPO DE ATIVIDADE NA AGRICULTURA E NÍVEL DE ESCOLARIDADE DO PRODUTOR, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	236
APÊNDICE F – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, TRANSFERÊNCIA PÚBLICA RECEBIDA E NÚMERO DE FILHOS NA RESIDÊNCIA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016	237
APÊNDICE G – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, SISTEMA DE CULTIVO E FAIXA DE PRODUTIVIDADE, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016	238
APÊNDICE H – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS AMBIENTAIS DE PREPARO DO SOLO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	239
APÊNDICE I – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO (IPPA), MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016	240
APÊNDICE J – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS DE PÓS-PLANTIO (IPPP), MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	241
APÊNDICE K – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	242
APÊNDICE L – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS DE CONTROLE DE PRAGAS, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	243
APÊNDICE M – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO	

INDICADOR DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	244
APÊNDICE N – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE PREPARO DO SOLO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	245
APÊNDICE O – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE PLANTIO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	246
APÊNDICE P – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE DESBASTE E ADEQUAÇÃO DA QUANTIDADE DE SEMENTES, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016..	247
APÊNDICE Q – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE CONTROLE FITOSSANITÁRIO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	248
APÊNDICE R – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016.....	249
APÊNDICE S – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016	250

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar formada por pequenos e médios produtores constitui-se na imensa maioria dos produtores rurais no Brasil. De acordo com o censo agropecuário de 2006, o segmento representa 4,5 milhões de unidades produtivas, das quais 50% situam-se na Região Nordeste, sendo responsáveis por 38% da produção nacional, abrangendo uma população de 12,3 milhões de pessoas (74% da população rural). Em nível estadual, a agricultura familiar, em função da própria estrutura fundiária com predomínio da pequena propriedade, possui importância acentuada, correspondendo a 89% dos estabelecimentos rurais e 44% da área agrícola (IBGE, 2009). Este segmento ainda responde por 89,3% do total produzido em nível estadual das culturas de milho, feijão e arroz somados, e ainda é responsável por 86% dos estabelecimentos com bovinocultura (onde detém 55% do rebanho), 73,8% da produção de leite caprino e detém 80% do rebanho suíno (CEARÁ, 2012b).

Além da importância econômica, sobretudo na economia de pequenos municípios, a agricultura familiar apresenta também relevância social, gerando emprego (concentrando 84,5% do pessoal ocupado no setor agrícola), renda e colaborando para a fixação do homem no campo. Apesar disto, parte significativa dessa população vive em situação de pobreza, sobretudo na região Nordeste, onde 72% desses produtores vivem com rendimentos anuais inferiores a 3 mil reais. Tal realidade, conjuntamente com a atuação dos movimentos sociais ligados aos trabalhadores rurais, repercutiu na demanda por ampliação da atuação estatal na formulação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento da agricultura familiar e promoção da melhoria do bem-estar dessas populações (AQUINO *et al.*, 2011, 2014; IBGE, 2009).

Soma-se à discussão sobre os elementos norteadores dessas políticas públicas, a necessidade da promoção de um modelo de desenvolvimento rural que integre o objetivo de promoção do desenvolvimento agrícola aos desafios da sustentabilidade, incorporando ou resgatando novos saberes e reelaborando práticas produtivas numa perspectiva sustentável.

A percepção da crise ambiental e a ascensão da questão ecológica ao discurso político, nos anos 1980 e 1990, impactaram na forma de atuação das diferentes esferas públicas, promovendo, sobretudo a partir da Constituição Federal de 1988, a consagração do direito a um meio ambiente equilibrado e a corresponsabilidade entre Estado e sociedade nessa tarefa. Ademais, nos anos 1990, conjuntamente à nova forma de atuação do Estado, ocorre uma reorientação das políticas públicas, que passam a incorporar em seus objetivos

ações de promoção da sustentabilidade (BURSZTYN; BURSZTYN, 2010; FERREIRA, 1998).

No Ceará, a preocupação com a questão sobre a sustentabilidade da atividade agrícola tem se materializado (pelo menos no plano formal) através dos Planos de Desenvolvimento Rural Sustentável após 1995 (PEREIRA, F., 2010). Dentre as ações destes diversos planos, está inserido o Projeto Hora de Plantar. O referido projeto foi estruturado a partir do programa Arrancada da Produção, em 1987, e consiste na distribuição subsidiada de sementes geneticamente selecionadas, de modo a garantir maior produtividade e a necessária rusticidade para adaptação às condições edafoclimáticas nordestinas (CEARÁ, 2011). Além do objetivo principal de fortalecer a agricultura familiar utilizando sementes e mudas de elevado potencial genético que propiciem o aumento da produtividade das culturas e melhorem o nível de renda dos beneficiários, constam outros objetivos, como: incentivo aos beneficiários a adotarem práticas agrícolas de convivência com o semiárido e apoiar e incentivar o florestamento e reflorestamento por meio da distribuição de espécies vegetais nativas e exóticas (CEARÁ, 2015).

Com a elaboração do II Plano Indicativo de Desenvolvimento Rural Sustentado (1999-2002), o governo estadual volta-se para a elaboração de estratégias de modernização da agricultura, cujas ações concentraram-se na elevação da produtividade da agricultura de sequeiro, onde se assenta a agricultura familiar. Dentre as ações executadas, destaca-se o Programa de Milho Híbrido, criado em 1999, a partir do qual as sementes de milho híbrido passaram a integrar o rol das culturas promovidas pelo Projeto Hora de Plantar (SILVA, 2005).

Segundo Ceará (2015), a distribuição de sementes de milho híbrido pelo projeto Hora de Plantar tinha como meta inicial, para o ano de 2015, beneficiar 115 mil agricultores, de um total de 132 mil beneficiários, correspondendo a 65% das sementes distribuídas, com estimativa de atingir um valor bruto da produção em torno de 200,1 milhões de reais em 2015, representando 60% do valor bruto da produção esperada para aquele ano a partir da atuação do projeto.

A expressiva distribuição de sementes de milho híbrido pelo projeto reflete a importância da cultura do milho, que, em virtude da ampla utilização tanto para alimentação humana quanto animal e de sua fácil adaptabilidade aos diversos tipos de solo e clima existentes no Ceará, ocupa posição de destaque na agricultura estadual, correspondendo, no ano de 2015, a 10,5% do valor da produção das lavouras temporárias e 30,5% do valor da produção de grãos (IBGE, 2016a). Ressalta-se que tal importância é maior para o segmento

familiar, onde o milho, cultivado, em sua maioria, em sistema consorciado com outras culturas, sobretudo o feijão, está presente em cerca de 60% das propriedades com área até 20 ha, contribuindo não apenas para a subsistência de pequenos produtores, mas também para a geração de emprego e renda no segmento agrícola estadual (CUENCA; NAZÁRIO; MANDARINO, 2005).

A distribuição de sementes híbridas representa alternativa simples e de baixo custo, de transferência de tecnologia para os produtores familiares, marcados, sobretudo, pelo baixo nível tecnológico e pela descapitalização, permitindo aos produtores de base familiar alcançar produtividades médias 23 a 27% superiores em relação ao milho variedade, apresentando elevado impacto no nível de renda dos produtores rurais e representando importante alternativa para a agricultura de sequeiro (CUENCA; NAZÁRIO; MANDARINO, 2005; SILVA, 2005).

Deste modo, em virtude da relevância econômica da produção de milho, tanto para o Estado do Ceará, quanto para a agricultura familiar e do alcance do projeto Hora de Plantar, torna-se necessária a investigação com a utilização de instrumentos técnicos e científicos que possibilitem a análise e avaliação dessa política pública, permitindo identificar a adequação dos resultados obtidos aos objetivos inicialmente formulados pelo projeto. Ademais, este estudo é relevante ao fornecer aos gestores públicos elementos que balizem a confecção de novas estratégias, a estruturação de novas ações e a ampliação dos objetivos visando o aumento da eficiência transformadora das políticas públicas voltadas para o desenvolvimento rural sustentável em nível estadual. No que concerne à comunidade acadêmica, este trabalho visa fornecer elementos para a discussão crítica sobre o modelo de desenvolvimento rural que se consolida no Estado, bem como sua adequação aos princípios e objetivos mais amplos exigidos pelo conceito de “sustentabilidade”.

Considerando esses aspectos, o presente estudo questiona: em que medida o projeto estadual Hora de Plantar promoveu a sustentabilidade rural dos agricultores familiares produtores de milho híbrido da Microrregião do Cariri Cearense? Esta pesquisa fundamenta-se na seguinte hipótese: os agricultores familiares que receberam sementes de milho híbrido do Projeto Hora de Plantar apresentam maior nível de sustentabilidade agrícola em relação ao grupo dos não beneficiários do programa.

Além disso, esta pesquisa tem como objetivo principal avaliar o impacto promovido pelo Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares produtores de milho híbrido da Microrregião do Cariri Cearense. Em termos específicos, objetiva-se: estudar as características socioeconômicas dos agricultores familiares

beneficiários e não beneficiados do Projeto Hora de Plantar; mensurar a sustentabilidade agrícola dos grupos relacionados nos aspectos econômicos, tecnológico e ambiental; verificar as diferenças concernentes à produtividade da cultura de milho e renda bruta com a cultura do milho, entre os grupos dos agricultores beneficiados e não beneficiados; e verificar as diferenças de nível tecnológico e a existência de práticas ambientais sustentáveis entre os dois grupos de produtores.

A presente tese está estruturada em 7 capítulos. O primeiro capítulo corresponde a esta introdução. No segundo capítulo, abordar-se-á a questão ambiental, situando a discussão da crise ambiental da sociedade contemporânea e o processo de construção do conceito de Sustentabilidade, bem como os desafios presentes em sua mensuração.

O terceiro capítulo tem como tema principal o processo de difusão da inovação e as transformações ocorridas no meio rural brasileiro em função do processo de modernização da agricultura que se inicia na década de 1950. Em virtude do objeto de estudo da presente tese ser uma política agrícola destinada à agricultura familiar, optou-se por abordar também as características gerais da agricultura familiar e os impactos da modernização agrícola neste segmento, tanto em nível federal quanto em nível regional.

O quarto capítulo abrange os aspectos teóricos da conceituação e avaliação de políticas públicas. Além das definições conceituais do tema, segue-se o estudo da evolução das políticas agrícolas, sobretudo as voltadas à agricultura familiar, relacionando-se às estratégias de desenvolvimento que se consolidam em diferentes escalas (nacional, regional e local).

No quinto capítulo, são apresentados os aspectos metodológicos, bem como o método de *Propensity Score Matching*. O sexto capítulo aborda a análise dos resultados empíricos e está estruturado em duas partes principais: a primeira que aborda a análise descritiva dos dados da pesquisa de campo e a segunda que abrange os resultados da estimação do método de *Propensity Score Matching*. Por fim, o sétimo capítulo detém-se sobre as considerações finais da pesquisa.

2 SUSTENTABILIDADE: A TRAJETÓRIA DE UM CONCEITO

2.1 Questão ambiental, sustentabilidade e desenvolvimento

A pressão das atividades antrópicas sobre o meio ambiente aumentou consideravelmente após a revolução industrial. As transformações socioeconômicas decorrentes do acelerado ritmo de acumulação, inerente ao modelo de desenvolvimento que se consolida indistintamente nas economias centrais e periféricas, produziram transformações profundas do espaço, da paisagem e do meio ambiente. Em primeiro lugar, a consolidação de uma sociedade urbano-industrial provocou uma crescente pressão sobre os recursos naturais à medida em que o crescimento da população urbana e consolidação de grandes cidades elevaram significativamente as demandas de energia, alimentos, transporte e água, assim como a poluição e a pressão sobre a capacidade de depuração de resíduos exercida pelo ambiente (RODRIGUES, 2009).

O aumento da demanda por alimentos produziu transformações radicais no campo. A primeira Revolução Verde, nas décadas de 1960 e 1970, promoveu significativos aumentos na produtividade agrícola com a incorporação de tecnologias baseadas na mecanização, seleção genética de variedades mais produtivas e utilização de insumos oriundos das indústrias química e petroquímica (principalmente defensivos agrícolas e fertilizantes) com efeitos sobre a contaminação de água e solo, exclusão da agricultura familiar do processo de modernização, erosão, perda de diversidade genética e maior dependência de energia fóssil (LEFF, 2009; RODRIGUES, 2009).

Porém, apesar da visível degradação do ambiente natural, somente a partir dos anos 1960 as preocupações ambientais surgem no cenário político, impulsionadas pelo maior protagonismo do movimento ambientalista, em resposta à proliferação de testes nucleares no pós-guerra e aos riscos de uma destruição nuclear em escala global (ALVES; RODRIGUES, 2013; OLIVEIRA, 2012; RODRIGUES, 2009). O movimento ecológico/ambiental emerge neste período, trazendo uma forte crítica à sociedade tecnológico-industrial, tanto capitalista quanto socialista, não havendo, porém, consenso ou bandeiras unificadas de luta. Em termos ideológicos, duas posições antagônicas disputavam a primazia no discurso: o preservacionismo do naturalista John Muir e o conservacionismo de Gifford Pinchot. A corrente preservacionista atuava na luta pela criação de parques nacionais e apreciação estética da natureza e da vida selvagem, ressaltando a importância da intocabilidade dos

sistemas naturais. O conservacionismo, por sua vez, apontava para a necessidade de uso racional dos recursos naturais (OLIVEIRA, 2012).

Neste contexto, algumas obras são primordiais para o despertar de uma consciência ambiental e social. A obra de Georgescu-Roegen intitulada “*The Entropy Law and the Economic Process*”, publicada em 1971, representa importante marco conceitual ao contestar vários pressupostos econômicos, como o tratamento matemático da economia como um sistema aberto e circular, representando forte crítica da busca do crescimento econômico e promovendo a primazia da ciência econômica sobre as demais ciências. Em sua obra, Georgescu-Roegen aborda as consequências da Lei da Entropia¹ sobre os processos econômicos e chega a algumas conclusões reveladoras. A principal conclusão, e a que gera maior impacto sobre as questões ambientais, é que o processo produtivo, na realidade, é um processo físico de transformação de matéria (recursos naturais) e energia em produtos finais e resíduos. A questão principal é que, segundo as leis da termodinâmica e da entropia, no universo, a energia de um sistema caminha de uma situação de baixa entropia (e alta energia) para uma situação de alta entropia (e baixa energia), e os resíduos do processo produtivo são de alta entropia e baixa energia, assim, até mesmo processos de reciclagem demandam mais energia do sistema para o reaproveitamento de produtos. Ademais, existem limites economicamente viáveis para a reciclagem, assim o fim último do processo produtivo seria a produção de quantidades enormes de resíduos, acima da capacidade de suporte do planeta (CECHIN, 2008; CECHIN; VEIGA, 2010; GEORGESCU-ROEGEN, 1971).

Sob o prisma do ambientalismo, duas obras se destacam na caracterização da questão ambiental. A primeira foi a publicação, em setembro de 1962, de “*Primavera Silenciosa*”, de Rachel Carson, que em pouco tempo tornou-se um *best seller*, impulsionando o movimento ambientalista e influenciando a opinião pública norte-americana ao denunciar os efeitos dos pesticidas e da poluição sobre o meio ambiente. A segunda obra foi “*Limites do Crescimento*”, um estudo publicado pelo Clube de Roma que pela primeira vez discute de maneira direta os impactos das atividades econômicas sobre o meio ambiente e propõe soluções drásticas (BARRETO, 2004; OLIVEIRA, 2012). Os primeiros resultados publicados em 1972 e 1974 apontaram para quatro grandes questões: o crescimento populacional, o controle do crescimento industrial, a insuficiente produção de alimentos e o colapso dos recursos naturais. O tom das conclusões mostrou-se pessimista, prescrevendo a necessidade de crescimento econômico zero como forma de minimizar os graves danos ambientais

¹ A Lei da Entropia diz que em um sistema isolado a degradação da energia tende a um máximo e que tal processo é irreversível (CECHIN, 2008, p. 56).

(MEADOWS *et al.*, 1972). Apesar de criticado pelo tom alarmista, as considerações do relatório “*Limites do Crescimento*”, juntamente com o crescimento do movimento ambientalista, introduziram a questão ambiental no debate político mundial. Segundo Furtado (1998, p.11), “a importância do estudo feito para o Clube de Roma deriva exatamente do fato de que nele foi abandonada a hipótese de um sistema aberto no que concerne à fronteira dos recursos naturais”.

Assim, em função da forte presença dos debates ambientais na mídia e sua crescente importância para a opinião pública mundial, realizou-se em Estocolmo, em 1972, a primeira Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente, que representou o marco inicial onde se firmaram as bases para a discussão da inter-relação entre a atividade econômica e o meio ambiente. Os debates se polarizaram em duas posições antagônicas: de um lado, os “zeristas” defendiam a necessidade de se frear o crescimento da atividade econômica e, do outro, os “desenvolvimentistas” advogavam a necessidade do desenvolvimento econômico (sobretudo para as nações mais pobres), ainda que com o custo da poluição. Assim, a conferência de Estocolmo esteve marcada pelo embate entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Apesar da ausência de consenso, o encontro foi importante para a conscientização global dos problemas ambientais (OLIVEIRA, 2012; SACHS, 1993; VEIGA, 1998).

A partir das discussões de Estocolmo, é criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que promoveu, ao longo dos anos 1970 e 1980, uma série de seminários regionais que culminaram na elaboração do Relatório Brundtland (“*Nosso Futuro Comum*”) em 1987. O presente relatório criticava o liberalismo e seus efeitos sobre a desigualdade entre países e consagrava a dimensão social como integrante da questão ambiental ao mesmo tempo em que promovia a necessidade de uma nova qualificação do desenvolvimento através do adjetivo sustentável (CAMARGO, 2003).

A Comissão Brundtland enfrentou o desafio de conciliar os conceitos de “Meio Ambiente” e “Desenvolvimento”, fugindo, porém, dos impasses que marcaram a Conferência de Estocolmo. O relatório final apontou para o diagnóstico da crise ambiental como problema causado tanto pelas sociedades desenvolvidas quanto pelas mais pobres, preconizando como solução a necessidade de reconciliação de dois interesses antagônicos: de um lado, a atividade humana baseada na produção industrial, sinônimo de “desenvolvimento” e causadora dos danos ambientais e, de outro lado, as necessidades das nações subdesenvolvidas cujas populações ainda não haviam atingido níveis adequados de qualidade de vida (GUERRA *et al.*, 2007, p.11). A conciliação de tais interesses passaria pela necessidade de um processo de

desenvolvimento com um novo adjetivo (“sustentável”) que incorporasse a preocupação com a questão ambiental e a restrição no uso dos recursos naturais tendo em vista não apenas o bem-estar atual como o das gerações futuras. Assim, surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável, cuja definição mais aceita encontra-se no relatório “*Nosso Futuro Comum*”, segundo o qual:

O desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades [...] o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas (CMMAD, 1991, p.46 e 49).

Para Oliveira (2012), a aparente atitude crítica era recheada de diplomacia. Neste sentido, o relatório representou o alinhamento dos interesses econômicos com a questão ambiental e, ao invés de condenar as contradições e conflitos do modelo de desenvolvimento vigente, propõe uma estratégia de desenvolvimento dentro do sistema capitalista através da construção do conceito de desenvolvimento sustentável. Rodrigues (2009, p. 188) reforça a crítica afirmando que

A ideia de desenvolvimento sustentável retoma outra ideia, de que os problemas são ocasionados por desvios do modelo e que é possível corrigi-los com um planejamento que pode ocorrer nos tratados internacionais, independentemente dos limites dos Estados Nacionais. Nas ideias contidas no desenvolvimento sustentável, os problemas de poluição, dilapidação de riquezas naturais, falta de moradia, de infraestrutura, de equipamentos, meios de consumo coletivo, crises de energia, de transportes, entre outros atribuídos aos desvios de um planejamento, poderão ser corrigidos no Século XXI, desde que haja aplicação de recursos financeiros e tecnologia, provenientes dos países do centro do sistema.

O termo “Desenvolvimento Sustentável” consolidou-se na busca de uma terceira via que fugisse das limitações de duas posições extremistas: a primeira diz respeito à visão da necessidade do crescimento a todo custo, como meio de redução das desigualdades e da pobreza, desprezando as limitações ambientais da biosfera em ofertar recursos naturais e absorver detritos. Para esta visão, a inovação tecnológica seria capaz de fornecer alternativas para a crise ambiental, reduzindo a poluição, possibilitando a redução da dependência de fontes não renováveis de recursos produtivos, promovendo o desenvolvimento de uma agricultura moderna que atenda à demanda mundial de alimentos enquanto reduz a pressão das atividades agrícolas sobre o meio ambiente. Por outro lado, a segunda vertente, marcada por uma visão ambientalista extrema, consolida-se a partir de um diagnóstico de que o tamanho da população mundial, a extensão das atividades industriais, a constatação empírica de um aumento na taxa de exploração dos recursos naturais, o aumento da poluição e os

impactos da agricultura moderna sobre a natureza podem causar danos irreversíveis ao ambiente, sendo imperativa, assim, uma taxa de crescimento zero e até de decréscimo como forma de manter as atividades e necessidades humanas consoantes com a capacidade de suporte do planeta (SACHS, 2009a).

Apesar das críticas ao termo “Desenvolvimento Sustentável”, principalmente no que se refere ao amplo espectro de interpretações que o mesmo enseja, há que se reconhecer que, a partir das conferências citadas, a problemática ambiental ganha destaque na agenda política e aumenta a consciência dos problemas de um crescimento contínuo a partir de uma base de recursos naturais finita.

Ao longo dos anos da década de 1980, caracterizados por forte estagnação econômica das economias capitalistas, a discussão sobre os limites do crescimento econômico e as ações necessárias à promoção do desenvolvimento sustentável pouco avançaram, não encontrando espaço na agenda política. Somente com a Conferência Rio-92, “foram lançadas as bases para alcançar o desenvolvimento sustentável em escala global, fixando direitos e obrigações individuais e coletivas no âmbito do meio ambiente e do desenvolvimento” (CAMARGO, 2003, p. 68). Um dos muitos frutos desta conferência foi a Agenda 21, importante documento que estabelecia os planos de ação para se alcançar o desenvolvimento sustentável.

A Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, conferência conhecida como Rio+10, tinha como objetivo principal avaliar os avanços nas metas e acordos firmados na Rio-92, porém, segundo Camargo (2003), a conferência fracassou em virtude da pouca disposição dos países em fixar metas e assinar tratados, principalmente da parte dos países desenvolvidos, que se constituem no grupo dos maiores poluidores.

Em relação à Rio+20, os resultados são semelhantes, não produzindo esta conferência avanço significativo algum em relação à Rio-92, exceto o de manter o desafio do desenvolvimento sustentável na agenda de preocupações da sociedade, mas com um decisivo divórcio entre discursos e compromissos concretos por parte dos governos. Deste modo, os princípios de proteção ambiental e de desenvolvimento sustentável ainda são tidos como uma restrição para o crescimento econômico, prevalecendo, no âmbito das políticas ambientais, os instrumentos de regulação de caráter reativo (GUIMARAES, 2012).

Camargo (2003), enfatiza que o termo desenvolvimento sustentável está hoje no centro do discurso ecológico oficial sem que haja um consenso quanto ao seu real significado. Sendo assim, como ainda está em construção, apresenta dificuldade de definição tanto em

função da significativa variação conceitual presente na literatura, quanto das dimensões a serem consideradas.

Em relação à presença marcante na mídia e no discurso político do termo Desenvolvimento Sustentável, Sachs (2009a)² critica a própria utilização deste. Para o autor, o termo mostra-se convenientemente vago, não implicando necessariamente na sustentabilidade, o que impede uma discussão mais ampla sobre um novo processo de desenvolvimento.

Veiga (2010), apesar de não criticar o termo adotado, visualiza dois entraves à construção do desenvolvimento sustentável: o primeiro diz respeito à primazia da ciência econômica minimizando as contribuições da ecologia, o que tem contribuído para que se privilegie, no debate político, o “desenvolvimento” relativizando o “sustentável”, mitigando a preocupação com os limites impostos pela questão ambiental; o segundo diz respeito à crise das instituições de regulação internacional no pós-guerra, o que exigiria uma reformulação da Organização das Nações Unidas (ONU), que tem se mostrado incapaz de articular um maior compromisso e aceitação de sacrifícios por parte das nações em prol de avanços concretos, consagrando, assim, “a separação entre as negociações em torno de acordos ambientais globais e aquelas referentes à implementação de projetos de âmbito nacional” (NOBRE; AMAZONAS, 2002, p. 67).

Porém, há divergências entre diversos autores dos reais avanços obtidos em direção ao Desenvolvimento Sustentável. O grande questionamento reside na constatação de uma primazia da busca de um desenvolvimento econômico em detrimento de ações sólidas de sustentabilidade, ou seja, na realidade, não se viu até o presente momento uma mudança na ótica consumista da sociedade moderna, nem um redirecionamento das atividades e organização espacial dos assentamentos humanos que assegurem uma redução significativa no ritmo de degradação ambiental e pressão sobre os recursos produtivos do planeta (BARBIERI, 2003; CAMARGO, 2003; LEFF, 2009; SACHS 2009a).

Porém, há que se fazer clara distinção entre Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade, pois, apesar de intimamente relacionados, os dois termos representam conceitos distintos, apesar de por vezes serem tratados como sinônimos. A sustentabilidade pode ser conceituada como a capacidade de um sistema humano/natural resistir ou adaptar-se a mudanças endógenas ou exógenas por tempo indeterminado, enquanto o Desenvolvimento Sustentável (DS) seria a mudança intencional que mantém ou aumenta esta característica do

² O referido autor prefere o termo Ecodesenvolvimento para expressar melhor o limite imposto ao desenvolvimento pela capacidade dos ecossistemas em absorver os choques das atividades humanas.

sistema, ou seja, nesta visão, o DS representa o caminho para se alcançar a sustentabilidade, que seria o objetivo final de longo prazo (DOVERS; HANDMER, 1992; SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014).

Para Horbach (2005), a sustentabilidade compreende um estado em que três condições são cumpridas simultaneamente: a) o interesse da geração atual em melhorar sua condição de vida (sustentabilidade econômica); b) a busca de equidade ou redução das disparidades das condições de vida entre ricos e pobres (sustentabilidade social); c) o não comprometimento do bem-estar das gerações para atender às necessidades da geração atual (sustentabilidade ambiental).

Para Sachs (1993, 2009b) a sustentabilidade das ações humanas sobre o meio ambiente apresenta como principal característica a multidimensionalidade, não podendo ser circunscrita apenas à questão ambiental ou econômica, e incluindo as seguintes dimensões:

- a) dimensão econômica – possibilitar uma alocação e uma gestão mais eficiente dos recursos e um fluxo regular dos investimentos públicos e privados;
- b) dimensão social – consolidar um processo de desenvolvimento baseado em outro tipo de crescimento e orientado por equidade social;
- c) dimensão cultural – respeitar as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local;
- d) dimensão espacial – voltar-se para uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e atividades econômicas;
- e) dimensão ecológica – intensificar o uso dos recursos potenciais dos vários ecossistemas com um mínimo de dano a eles para propósitos socialmente válidos; limitar o consumo de combustíveis fósseis e de outros produtos facilmente esgotáveis ou ambientalmente prejudiciais; reduzir o volume de resíduos e poluição; reciclar e conservar; limitar o consumo material; investir em pesquisas de tecnologias limpas; definir e assegurar o cumprimento de regras para uma adequada proteção ambiental;
- f) dimensão política – no âmbito nacional, baseia-se na democracia, apropriação universal dos direitos humanos; desenvolvimento da capacidade do Estado em implementar o projeto nacional em parceria com todos os empreendedores e na manutenção de uma razoável coesão social. No âmbito internacional, tem sua eficácia na garantia da paz e na promoção da cooperação internacional e aplicação do princípio da precaução na gestão do meio ambiente e dos

recursos naturais; proteção à diversidade cultural; gestão do patrimônio global; além de ações concretas de cooperação científica e tecnológica entre as nações.

Outros autores reforçam o papel da inovação tecnológica na promoção da sustentabilidade, por ser elemento que se inter-relaciona com outras dimensões, sobretudo a ambiental, possibilitando a necessária racionalidade do uso dos recursos naturais e a produção de bens com menor impacto ambiental. Assim, por exemplo, a inovação tecnológica poderia contribuir para a sustentabilidade ao possibilitar a economia de energia e recursos naturais, diminuir a poluição, aumentar a produtividade com distribuição mais equitativa da renda, mudança no design de produtos e orientação para a menor geração de resíduos sólidos com a possibilidade de reutilização e reciclagem, como meios de reduzir a “pegada ecológica” (SANTIAGO; DIAS, 2012; PEREIRA, C., 2010; MORAES; BORJA, 2010).

É importante ressaltar que a sustentabilidade não implica que se atinja um determinado estado específico ou nível de renda *per capita*, ou mesmo que deva seguir a mesma trajetória de outros países, o importante são os elementos que condicionarão a evolução da sociedade de forma que ela mantenha características consideradas desejáveis tanto no momento atual quanto no futuro (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS; 2014; SILVA NETO; BASSO, 2010).

2.2 Indicadores de sustentabilidade

2.2.1 Indicadores: aspectos conceituais

No processo de avaliação ou diagnóstico sobre determinada realidade ou sistema complexo, é comum a utilização de medidas estatísticas, chamadas de indicadores, que objetivam apresentar, aos tomadores de decisão ou pesquisadores, informações acerca desta realidade que não são facilmente perceptíveis a partir da mera observação dos dados brutos. Um exemplo clássico do uso de indicadores é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que, por sua vez, representa um índice composto por outros três índices: índice de renda (renda *per capita*), índice educacional (anos de estudo) e índice de longevidade (expectativa de vida). Este indicador é muito utilizado pelas Nações Unidas e instituições governamentais e de pesquisa para mensurar o nível de desenvolvimento dos países e permitir a construção de um ranking que pode ser útil como instrumento de diagnóstico sobre o nível de bem-estar das

respectivas populações, balizando ações intervencionistas dos respectivos governos e instituições internacionais.

Em virtude da grande utilização de indicadores estatísticos em diversos campos de pesquisa, foi-se consolidando, nos anos recentes, um grande número de acepções sobre o respectivo termo, que guardam entre si forte similaridade conceitual. Em termos gerais, um indicador ou índice representa

[...] uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado (FERREIRA; CASSIOLATO; GONZALES, 2009, p. 24)

A Agência Europeia do Ambiente (EEA) define indicador como uma “medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar, de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progresso ao longo do tempo” (EEA, 2005, p.7).

Segundo o IBGE (2008), os indicadores representam ferramentas constituídas de variáveis, que, associadas a partir de diferentes configurações, expressam significados mais amplos que os fenômenos a que se referem. Para Magalhães (2004), podem ser compreendidos como abstrações ou parâmetros representativos, concisos, fáceis de interpretar, utilizados para ilustrar características principais de um objeto de análise.

Uma definição interessante que possui o mérito de atrelar o conceito de indicador ao de um sistema é fornecida por Gallopin (1997), para o qual indicadores podem ser definidos como medidas operacionais que fornecem informações acerca das características ou atributos de um sistema ou fenômeno.

Apesar das diferentes conceituações encontradas na literatura, existe certo consenso quanto à importância dos indicadores ou índices para o processo decisório. Neste sentido, desempenham ou deveriam desempenhar as seguintes funções:

- a) auxiliar os tomadores de decisão na avaliação do desempenho em relação aos objetivos da sustentabilidade, fornecendo bases para o planejamento de ações futuras (BELLEN, 2007; GALLOPIN, 1997; MOLDAN; BILLHARZ, 1997; MAYER-SPOHN, 2004; RAGAS *et al.*, 1995; UNCSD, 2005);
- b) permitir a visualização de uma tendência ou fenômeno antecipando condições futuras e fornecer informações preventivas de danos econômicos, sociais ou ambientais (GALLOPIN, 1997; LUNDIN, 2003; MOLDAN; BILLHARZ, 1997; UNDP, 2007);

- c) fornecer posição relativa e permitir a comparação de países, regiões e situações diversas (GALLOPIN, 1997; OECD, 2008);
- d) resumir, quantificar, mensurar, simplificar e comunicar informações relevantes à tomada de decisão (BOSSSEL, 1999; GALLOPIN, 1997; KRAJNC; GLAVIC, 2003; MOLDAN; BILLHARZ, 1997; OECD, 2008; UNCSD, 2001);
- e) agregar e condensar a informação disponível de modo a permitir identificar as relações e informações essenciais de um sistema complexo (BOSSSEL, 1999; GALLOPIN, 1997);
- f) comunicar ideias, pensamentos e valores (SINGH *et al.*, 2012; UNDP, 2007).

Quanto ao número de variáveis, um indicador pode ser único ou composto, um indicador único é formado apenas por uma única variável, por exemplo, o PIB, taxa de juros, inflação, temperatura corporal, temperatura média global, pluviosidade, concentração de CO₂ atmosférico, etc. Assim, tais indicadores mostram o comportamento de uma dada variável relevante em um sistema (BOSSSEL, 1999; OECD, 2008; PASSOS, 2014).

Indicadores ou índices compostos são formados pelo agrupamento de indicadores individuais em um índice sintético baseado em um modelo previamente determinado. Tais indicadores deveriam (idealmente) mensurar conceitos multidimensionais que não podem ser captados por uma única variável (OECD, 2008).

A utilização de índices compostos para a comparação de desempenho entre países tem sido reconhecida como importante ferramenta de análise política e comunicação pública para a sustentabilidade. Em virtude disto, o número de índices compostos tem crescido a cada ano. Bandura (2008) cita a existência de mais de 170 índices compostos relacionados à sustentabilidade. Como exemplos de indicadores compostos, podem ser citados o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), calculado pelo PNUD, e o Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA (ESI – *Environmental Sustainability Index*), utilizado pela WWF.

Um índice composto representa uma soma de variáveis. Tal soma pode ser realizada de forma simples ou ponderada, em que as variáveis podem ter pesos diferentes na composição do índice. Deste modo, podem ser criados um número extenso de índices, baseados em diversos modelos, com variáveis e pesos diversos. É exatamente nesta multiplicidade e subjetividade de formulação onde residem as maiores críticas aos indicadores compostos.

De acordo com Sharpe (2004), existem dois posicionamentos críticos em relação à utilização de indicadores compostos. O primeiro grupo é formado pelos agregadores que

acreditam existir duas grandes razões para o uso de indicadores sintéticos. A primeira é que a síntese estatística pode de fato capturar a realidade, e isto por si só é significativo, além disso, representa um ponto de partida para se alcançar o interesse da mídia e capturar a atenção dos “*policy makers*”. O segundo grupo é formado por aqueles que são “os não agregadores”, que acreditam que se deve pesquisar novos conjuntos de indicadores e somente depois avançar para o passo seguinte de criar indicadores compostos. A segunda objeção deste grupo reside na natureza arbitrária e subjetiva do processo de definição da combinação de variáveis e seus respectivos pesos.

A agregação, ao possibilitar a inclusão de diversas variáveis e dimensões em uma única medida estatística, representa um avanço na busca por indicadores mais representativos de uma realidade complexa. Porém, Bossel (1999) enfatiza que a agregação pode mascarar sérias deficiências em alguns setores, o que realmente ameaça a saúde geral de um sistema.

Em virtude da crítica citada anteriormente, um grupo significativo de pesquisadores prefere utilizar uma grande gama de indicadores que abordem a área problema sob investigação. Esta prática, porém, encerra, por sua vez, algumas restrições: a primeira é que tais indicadores são derivados de forma *ad hoc*, sem a estrutura teórica que reflita a operação do sistema total; a segunda é que são reflexos dos interesses de pesquisa dos autores. Como consequência das duas restrições anteriores, eles são excessivamente densos em algumas áreas (vários indicadores para essencialmente o mesmo problema) e escassos ou mesmo vazios em outras áreas importantes. Em outras palavras, eles não são um reflexo sistemático e completo da totalidade do sistema, isto é, a sociedade humana em interação com o seu ambiente natural (BOSSSEL, 1999, p.13).

Apesar da reconhecida perda de informação estatística na elaboração de um índice composto, o elevado poder de síntese acerca de processos complexos e por vezes indescritíveis, por exemplo, sustentabilidade, bem-estar, etc., em um único número capaz de referenciar o desempenho de países, torna a utilização desta metodologia muito atraente para os tomadores de decisão (SAISANA; TARANTOLA; SALTELLI, 2005).

Bossel (1999) ressalta a necessidade da presença de dois requisitos para a construção e seleção de indicadores acerca de um dado sistema: o primeiro requisito refere-se à necessidade de fornecer informações vitais, formando uma imagem sobre o estado atual e a correspondente viabilidade desse sistema. O segundo requisito é que os indicadores devem ser capazes de fornecer informação suficiente acerca da contribuição do sistema para outros sistemas correlacionados.

2.2.2 Experiências com índices para avaliação da sustentabilidade

A implementação de estratégias de promoção da sustentabilidade pressupõem ferramentas de avaliação do processo que incorporem o mais fidedignamente possível os diversos aspectos e concepções relacionados ao termo. Esta necessidade foi incorporada à proposta que emergiu da Conferência Rio-92. Os capítulos 8 e 40 da Agenda 21 estabelecem a necessidade de construção de indicadores com a função de avaliar a evolução do processo de construção da sustentabilidade entre os países.

A construção de indicadores para a avaliação de algo que parece subjetivo, como a sustentabilidade, pressupõe o debate sobre alguns elementos definidores, como: quais questões devem ser avaliadas; quais informações utilizar; como apresentar e interpretar os resultados. As diferentes respostas a estas questões conduzem a diferentes abordagens e metodologias, havendo pouco consenso sobre quais indicadores utilizar. Para Rabelo e Lima (2007), a diversidade do número de indicadores existentes atualmente tem sua raiz na multiplicidade conceitual da sustentabilidade, como exemplo, as autoras citam a existência de 58 indicadores propostos pela *Commission on Sustainable Development* (UNCSD, 2005).

O processo de criação de indicadores pode ser visualizado ou apresentado a partir de várias tipologias ou etapas, ora se concentrando numa evolução histórica, ora a partir dos temas que vão se agregando à sustentabilidade, bem como aos desafios metodológicos que são enfrentados. Neste sentido, um primeiro grupo de indicadores surge para dar resposta à necessidade de um diagnóstico ambiental, caracterizados por uma abordagem biocêntrica, e consistem em indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos de equilíbrio ecológico de ecossistemas. Em relação aos principais temas ambientais que foram objeto de investigação, três tipos de questões influenciaram a construção de indicadores: o primeiro tipo de questão diz respeito àquelas relacionadas à aferição convencional da poluição (urbana, rural, industrial, agrícola, mineração, florestas e fontes não pontuais de poluição), baseadas na utilização de indicadores ambientais clássicos, que não incorporam as diferentes interpelações entre os componentes do sistema, como emissões de CO₂, desmatamento, erosão, qualidade das águas, dentre outros. O segundo grupo é formado pelos indicadores que devem lidar com questões ambientais e ecológicas mais abrangentes (diversidade biológica, conservação do solo e ecossistemas aquáticos e terrestres). Por fim, o terceiro tipo é formado por indicadores que abordam o diagnóstico da situação institucional, abrangendo os avanços das políticas ambientais, existência de estrutura institucional e legislativa capaz de lidar com danos

ambientais e formular políticas públicas eficazes para a promoção da conservação ambiental e o uso sustentável dos recursos físicos (BRAGA *et al.*, 2004; QUIROGA-MARTINES, 2003).

Em um segundo momento, emerge uma vertente econômica, que objetiva a valorização dos ativos ambientais, concentrando a atenção na avaliação monetária do capital natural e do uso de recursos naturais e serviços ambientais. Neste sentido, incorporam-se tentativas de contabilização do produto nacional incorporando recursos naturais e custos ambientais, ou modelos de insumo-produto, a exemplo do “PIB Verde”, que incorporem o fluxo de extração de recursos e descarga de desperdício e poluição no ambiente (BRAGA *et al.*, 2004; SIENA; COSTA, 2007; TAIRA; RIBEIRO, 2006).

Já a terceira vertente busca construir indicadores de sustentabilidade que combinem aspectos como qualidade ambiental e qualidade de vida, incluindo, na maioria dos casos, campos como: social, que contemplariam os elementos sociais, culturais, saúde e equidade; o econômico, que abordaria os fatores relacionados à geração de renda e prosperidade física; e ambiental, que englobaria os aspectos ecológicos e preservação dos recursos naturais. Inicialmente, tais indicadores não estabelecem a vinculação entre as dimensões; posteriormente, utilizam-se indicadores vinculantes, sinérgicos e transversais, que incorporam simultaneamente vários atributos ou dimensões da sustentabilidade. Dentre tais tipos de indicadores, há uma grande diversidade de abordagens, com diferentes ênfases, enfocando aspectos monetários (como o PIB verde e a Poupança Genuína), sociais (como o ESI) e dados biofísicos (BRAGA *et al.*, 2004; QUIROGA-MARTINES, 2003; TAIRA; RIBEIRO, 2006).

Uma tentativa de sistematização conjunta entre efeito da atividade antrópica e ambiente natural é encontrada nos modelos PSR (pressão, situação, resposta) e sua variante PSIR (pressão, estado, impacto, resposta), que têm sido amplamente aplicados à avaliação de problemas da sustentabilidade. Estes modelos objetivam aferir a interação da atividade humana com os impactos sobre o ambiente.

A abordagem compreende a identificação de cadeias isoladas de causa e efeito para um problema ambiental particular e os indicadores correspondentes são monitorados, podendo ser classificados em três tipos: 1) os indicadores de estado (ou situação) buscam identificar a situação ambiental presente, incluindo dados de natureza física ou biológica dos sistemas naturais; 2) os indicadores de pressão refletem as pressões das atividades humanas sobre os ecossistemas; 3) os indicadores de resposta avaliam ações em termos de políticas públicas destinadas a minimizar os efeitos da atividade antrópica sobre o meio ambiente (BRAGA *et al.*, 2004; OECD, 1993). Um exemplo de aplicação do modelo PSIR seria:

emissão de CO₂ (pressão) induz o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera (estado), que por sua vez aumenta a temperatura global (impacto), levando à cobrança de impostos sobre o carbono (resposta). Porém, é necessário enfatizar que tais modelos desconsideram aspectos dinâmicos do sistema, nos quais uma pressão pode produzir vários estados e vice-versa, desconsiderando-se assim múltiplas pressões e estados correspondentes (BOSSSEL, 1999).

Além dos diversos modelos enumerados, cabe ainda destacar que a própria apresentação da informação possui significativa diversidade, principalmente no que diz respeito à agregação dos dados e dimensões que compõem o índice. Neste sentido, pode-se categorizar o nível de agregação dos indicadores, agrupados aqui em dois conjuntos: a) o primeiro conjunto inclui sistemas de indicadores do tipo “*dashboard*”³, que se constituem num conjunto de indicadores sobre vários fenômenos, de modo a possibilitar a construção de um painel, pelo qual os gestores públicos e demais instituições teriam uma gama diversificada de informações para avaliar os diversos aspectos da sustentabilidade em determinada região; b) o segundo conjunto refere-se à proliferação de tentativas de construção de índices compostos ou sintéticos, que expressem, num único número, aspectos relacionados ao desenvolvimento e à sustentabilidade, numa tentativa semelhante à construção do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (BELLEN, 2004).

Para Braga *et al.* (2004, p. 15):

Índices sintéticos como o PIB e o IDH possuem a clara vantagem de comunicação ágil e grande impacto; isso não ocorre sem a perda de dimensões relevantes do fenômeno que se quer retratar, sem o obscurecimento de diferenças e desigualdades internas às unidades de análise e tampouco sem escudar-se em juízos de valor e escolhas arbitrárias de difícil entendimento para o público em geral. Entretanto, dada a força da mensagem que comunicam, índices sintéticos, ainda que imperfeitos, falam alto e claro.

A busca por índices sintéticos, por sua vez, encontra entraves, como a impossibilidade de se avaliar a sustentabilidade de um país, região ou município por um pequeno número de variáveis; a mensuração da sustentabilidade requer informações de diversas áreas do conhecimento e assim existe a dificuldade de se comunicar tal riqueza de informações de forma resumida a um público não especialista. Dentre as tentativas recentes de construção de índices sintéticos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, destacam-se quatro índices de sustentabilidade ambiental com ampla visibilidade global: dois

³ O sentido do termo aqui, é o de um painel de instrumentos, semelhante aos instrumentos do painel de uma aeronave, permitindo ao “*policy maker*”, monitorar e avaliar decisões sobre as diversas dimensões da sustentabilidade (BELLEN, 2004).

do WWF (“Pegada Ecológica” e indicadores de biocapacidade média do planeta) e dois do WEF, o Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA (ESI – *Environmental Sustainability Index*) e o Índice de Desempenho Ambiental - IDA (EPI – *Environmental Performance Index*). O ISA envolve cinco dimensões: sistemas ambientais (ar, água, solo e ecossistemas), estresses (nível crítico de poluição), vulnerabilidade humana (medida pela situação nutricional e doenças relacionadas), capacidade social e institucional (capacidade socioinstitucional para lidar com os desafios da questão ambiental) e responsabilidade global (existência de esquemas de cooperação internacional). O IDA utiliza 16 variáveis relacionadas a seis tipos de políticas bem estabelecidas: saúde ambiental, qualidade do ar, recursos hídricos, recursos naturais produtivos, biodiversidade, habitat e energia (BRAGA *et al.*, 2004; VEIGA, 2009).

Para Bellen (2004), das diversas metodologias para a mensuração da sustentabilidade, as ferramentas mais utilizadas são: a) *Ecological Footprint Method* – que consiste na mensuração da “pegada ecológica” da atividade humana e é representado pela área direta e indireta para atender ao consumo de energia e recursos, bem como à área perdida em biodiversidade; b) Painel da Sustentabilidade – que inclui indicadores de qualidade ambiental, saúde social e performance econômico; c) Barômetro da Sustentabilidade – ferramenta que consiste na combinação de indicadores e apresenta os resultados em forma de índices, são avaliadas duas dimensões: bem-estar humano e do ecossistema.

Além da grande variabilidade de abordagens para a construção de indicadores e ausência de consenso sobre quais indicadores utilizar, outros entraves podem ser destacados. Braga *et al.* (2004) elencam como dificuldades para a construção de indicadores os seguintes aspectos: ausência ou fragilidade de concepção conceitual; fragilidade dos critérios de escolha das variáveis representativas; carência de informações sistemáticas e dificuldade de compatibilização dos dados produzidos por diferentes fontes e abordagens metodológicas.

Para o IBGE (2012a), um dos maiores problemas relacionados à construção de indicadores de sustentabilidade, principalmente no Brasil, diz respeito à reduzida disponibilidade de dados, o que impede a construção de indicadores requeridos para uma abordagem mais completa, principalmente nas questões relacionadas ao uso da água, erosão, degradação das propriedades físico-biológicas do solo e desertificação.

3 AGRICULTURA, MODERNIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

3.1 Inovação, tecnologia e desenvolvimento

Nos últimos anos, em função da força competitiva de um mundo globalizado, tem merecido a atenção de diversos autores o papel da inovação e do conhecimento sobre a dinâmica de acumulação de capital e crescimento econômico. Assim, diversas teorias têm buscado explicar o papel do progresso tecnológico no desenvolvimento econômico. Porém, apesar do reconhecimento do impacto da tecnologia sobre as atividades econômicas, os diversos modelos analíticos têm encontrado dificuldade em incorporar conhecimento e aprendizado como variáveis endógenas do processo de desenvolvimento (COSTA, 2011).

Em termos teóricos, merece destaque, tanto pelo pioneirismo quanto pela atualidade das conclusões, o trabalho de Schumpeter (1982), que investigou a relação entre o processo de inovação e difusão de uma nova tecnologia com o desenvolvimento econômico. O ponto de partida da análise schumpeteriana é uma economia em equilíbrio estacionário, sendo a atividade econômica pura rotina, na qual as empresas produzem os mesmos produtos utilizando a mesma combinação de insumos, é admitida a possibilidade de incrementos na produtividade relacionados a aperfeiçoamentos no processo de trabalho e mudanças tecnológicas marginais no processo produtivo. Assim, o autor compreende que a continuidade das características deste processo produtivo com uma base tecnológica já incorporada à matriz produtiva não pode promover transformações econômicas significativas. Outra pressuposição da análise é que mudanças tecnológicas transformadoras não podem ser previstas *ex ante*. Ao se gerar uma inovação transformadora e incorporá-la na atividade econômica, ocorre o rompimento do equilíbrio estacionário, incentivando uma onda de inovação que promoverá novos investimentos em capital até que se atinja um novo equilíbrio (BRASIL, NOGUEIRA; FORTE, 2011; COSTA, 2011; SCHUMPETER, 1982).

A inovação no conceito schumpeteriano pode assumir as seguintes formas:

- a) inovação no produto (introdução ou modificação);
- b) inovação no processo produtivo;
- c) conquista de novos mercados no país ou exterior;
- d) acesso a novas fontes de suprimento de insumos;
- e) instalação de novas formas de organização no mercado.

Os dois primeiros tipos de inovação (inovações no produto e/ou processo produtivo) seriam os mais relevantes para a teoria schumpeteriana, sendo responsáveis por

deslocamentos significativos na fronteira de produção (BRASIL, NOGUEIRA; FORTE, 2011; SCHUMPETER, 1982).

O mecanismo de transmissão da inovação tecnológica ao desenvolvimento econômico processa-se em três fases: invenção, inovação e difusão. A primeira diz respeito à invenção, que consiste na criação de novos produtos ou novos processos produtivos. A segunda representa o período em que a inovação é introduzida no sistema econômico, gerando um diferencial competitivo através de redução de custos ou diferenciação do produto que confere poderes de monopólio ao empresário inovador. Posteriormente, ocorre a difusão, quando as empresas concorrentes adotam a inovação como estratégia para anular a vantagem competitiva do empresário inovador, estabelecendo-se um novo equilíbrio (SCHUMPETER, 1982).

O agente econômico crucial no processo de desenvolvimento na visão schumpeteriana é o empresário que, através de sua postura inovadora, adota a invenção ou a nova tecnologia produtiva, obtendo assim um lucro extraordinário em função da sua posição de monopolista ou oligopolista de oferta de novos bens ou custo diferenciado. As vantagens obtidas com a inovação irão forçar outros empresários a adotar a inovação ou criar outras estratégias competitivas como mecanismo de sobrevivência. Assim, a tecnologia anterior torna-se obsoleta, promovendo uma nova onda de investimento que impulsionará a produtividade e o processo de acumulação capitalista (COSTA, 2011; SCHUMPETER, 1982).

Além do empresário inovador, papel relevante também é destinado ao sistema financeiro como elemento selecionador de alternativas lucrativas e promotor do desenvolvimento econômico. Assim, o empresário inovador deverá requerer recursos ao sistema financeiro, caso suas reservas de lucros mostrem-se insuficientes para fazer frente às necessidades de capital do novo investimento. Desta forma, o sistema financeiro irá canalizar mais recursos para as atividades mais dinâmicas e promissoras (que apresentam maiores taxas de retorno), selecionando as mais eficientes. Ademais, é crucial para o progresso tecnológico que a inovação seja adotada por empresários, porém isto somente irá ocorrer se o mesmo tiver garantias de obter um lucro diferenciado em relação aos seus concorrentes, impondo alguma forma de restrição ao acesso dos demais concorrentes à inovação. Neste sentido, a lei de patentes cumpre as duas funções, ao garantir, por certo período de tempo, o direito exclusivo do empresário explorar a atividade ou produto inovador, permitindo-se, após esse lapso de tempo, que o novo produto ou processo produtivo seja de domínio comum (BRASIL; NOGUEIRA; FORTE, 2011; COSTA, 2011; SCHUMPETER, 1982).

Enquanto a teoria schumpeteriana se ocupa em investigar a relação entre inovação e desenvolvimento, de modo complementar, a abordagem evolucionária tem como problema central compreender a caracterização e a dinâmica temporal do processo de inovação e como esta irá impactar a evolução das estratégias empresariais, ou seja, busca entender a racionalidade por trás do processo de seleção e adoção de uma nova tecnologia. Os maiores expoentes desta análise são Nelson e Winter (2005). O processo seletivo da inovação e da concorrência ocorre via mercado, pois “em um sistema evolucionário schumpeteriano estilizado, existe a cenoura e o chicote para motivar as firmas a introduzirem os melhores métodos de produção ou produtos” (NELSON; WINTER, 2005, p. 386).

O modelo schumpeteriano aborda os mecanismos pelos quais a inovação induz perturbações no equilíbrio econômico e o deslocamento da fronteira de produção, porém não explica o processo de escolha de alternativas tecnológicas nem as diferenças de alternativas tecnológicas adotadas nos diversos países. Neste sentido, Hayami e Ruttan (1988) compreendem que o processo de geração da inovação é induzido pela dotação de fatores de produção, historicamente dado em cada realidade. Assim, as pesquisas em inovação concentram-se em poupar o fator relativamente escasso e utilizar mais intensivamente o fator abundante. Como exemplo, na visão dos autores, as inovações na agricultura americana foram do tipo mecânico, destinando-se a poupar mão de obra, fator escasso se comparado à terra, enquanto, no Japão, as inovações tecnológicas foram do tipo químico, objetivando o uso intensivo da terra (fator escasso naquele país). No Brasil, a importação de pacotes tecnológicos dos países em desenvolvimento durante a fase de modernização agrícola dos anos 70, não adequados à dotação de insumos interna, produziu fortes desequilíbrios no mercado de trabalho agrícola, além de graves consequências ambientais, como será abordado em seção posterior.

Outra linha de pesquisa, que complementa as abordagens apresentadas anteriormente, diz respeito às teorias de mudanças tecnológicas, as quais investigam a relação entre estímulo da demanda e a oferta tecnológica para explicar porque determinadas tecnologias ou trajetórias se consolidam em detrimento de outras. Isto é significativo porque as inovações tecnológicas são fortemente correlacionadas, influenciando a demanda tecnológica futura e desenhando uma trajetória de inovações que irá impactar no grau de utilização dos insumos, no financiamento, nas escolhas de pesquisas futuras e na magnitude dos impactos ambientais. Assim, por exemplo, a mecanização da produção estimulou a pesquisa de variedades de sementes com características que facilitem o trabalho mecânico, como classificação e beneficiamento ou a utilização de defensivos agrícolas impulsionou a

pesquisa sobre variedades de sojas geneticamente modificadas para possuírem maior resistência. Deste modo, uma questão interessante seria a identificação dos fatores e condicionantes sociais, econômicos, científicos, institucionais, dentre outros, que atuam no processo de constituição e seleção das tecnologias a serem utilizadas (DOSI, 1982).

Dosi (1982), em sua análise, introduz dois conceitos centrais: o conceito de paradigma tecnológico e o de trajetória tecnológica. Um paradigma tecnológico pode ser definido como “um ‘modelo’ e um ‘padrão’ de soluções de problemas tecnológicos escolhidos, baseados em princípios escolhidos derivados das ciências naturais e das tecnologias materiais selecionadas” (DOSI, 1982, p. 152). Um paradigma tecnológico define uma ideia de progresso através da incorporação de prescrições na direção das mudanças tecnológicas a serem seguidas e aquelas a serem negligenciadas. Neste sentido, o conceito de paradigma tecnológico guarda certa analogia com o de paradigma científico⁴ (KUHN, 1962).

Um paradigma tecnológico pode definir para cada área do conhecimento uma diversidade de trajetórias tecnológicas, que, por sua vez, podem ser conceituadas como o modelo de soluções concretas baseadas no paradigma tecnológico. Como exemplo, a Revolução Verde e a Revolução Genética são duas trajetórias tecnológicas distintas, mas dentro de um mesmo paradigma, já a Revolução Genética e as tecnologias agroecológicas são consideradas trajetórias em dois paradigmas científicos diferentes, pois em um paradigma vigora o modelo científico reducionista e mecanicista, que incorpora a solução de um problema a partir da divisão do todo em partes menores, possuindo assim objetivos e métodos próprios, enquanto a agroecologia ou engenharia agroecológica representa um conceito guarda-chuva, que abriga em seu bojo uma série de técnicas e práticas como controle biológico de pragas, mistura de cultivos, sistemas agroflorestais, etc. O paradigma científico por trás das tecnologias agroecológicas é a ecologia ou holismo, buscando captar a complexidade da relação homem-natureza na sua totalidade, através da inter-relação do conhecimento de forma interdisciplinar, e não através da fragmentação das áreas de conhecimento (VANLOQUEREN; BARET, 2009).

Assim, a partir dos conceitos apresentados, resta questionar como surge um paradigma e, principalmente, como ou por que ele foi preferido em relação a outras possibilidades. Dosi (1982) parte da hipótese de que elementos econômicos conjuntamente com fatores institucionais e sociais operam como um dispositivo seletivo, através da

⁴ Paradigma científico que consistiria no conjunto de crenças da comunidade científica, valores científicos e éticos, as teorias mais aceitas em cada ramo, definindo assim as áreas de investigação, os problemas, os procedimentos e as questões consideradas científicas (KUHN, 1962).

influência de critérios como exequibilidade e lucratividade em cada fase da pesquisa. O dispositivo seletivo de Dosi (1982) tem sido sobreposto pela literatura por um termo similar, conhecido como regime tecnológico, que consistiria no conjunto de “regras do jogo” que guiam a direção da inovação tecnológica (POSSAS; SALES; SILVEIRA, 1996, grifo nosso). Neste sentido, existiria uma estrutura institucional e política (formada, por exemplo, por universidades, institutos de pesquisa, agências públicas e privadas de fomento ao investimento e sistema educacional) que influenciaria a direção da pesquisa pura, da inovação e da seleção de tecnologias. Tal estrutura institucional foi chamada por Lundvall “Sistemas Nacionais de Inovação” (LUNDVALL, 1992). No que tange ao sistema de pesquisa agrícola, este seria formado por três elementos determinantes: a política científica agrícola, a pesquisa do setor privado e a pesquisa no setor público (VANLOQUEREN; BARET, 2009).

A política científica agrícola influencia o paradigma tecnológico de quatro formas diferentes: a) escolha de orientações da pesquisa científica; b) relações entre setor público e privado; c) poder dos *lobbies*; d) papel da mídia. A pesquisa científica é especificamente orientada para o crescimento econômico e aumento da competitividade dos produtos nacionais, pois, dada uma restrição de recursos, a racionalização da pesquisa tende a favorecer linhas de investigação com maior impacto econômico. As relações entre o setor público e o privado têm influenciado o paradigma tecnológico de duas formas: a primeira é a influência crescente na indústria através de parcerias público-privadas (elemento mais significativo na realidade norte-americana do que na realidade brasileira), a segunda seria uma divisão do trabalho inovativo entre setor público e setor privado. O terceiro elemento seria o poder dos *lobbies* dos produtores de insumos agrícolas, grupos de consumidores e grupos ambientalistas sobre a pesquisa agrícola. Por último, a mídia exerce pressão significativa sobre o direcionamento da pesquisa ao influenciar a opinião pública (EDQUIST, 1997; VANLOQUEREN; BARET, 2009).

A pesquisa do setor privado representa um terço dos gastos com pesquisa mundial e são orientadas por uma perspectiva de lucro. Assim, dentro de uma ótica maximizadora, irão se concentrar em linhas de pesquisa e produtos que podem ser objeto de patentes e forneçam retornos que compensem os investimentos realizados em P&D. Por outro lado, a pesquisa pública, que é a produzida em universidade e centros de pesquisa, não é totalmente independente, pois frequentemente necessita de recursos de órgãos de fomento que são direcionados conforme prioridades econômicas e políticas, como exemplo os editais de financiamento das agências de pesquisa nacional que priorizam determinadas áreas em detrimento de outras. Ademais, em função do caráter fragmentário da ciência moderna, o

cientista que investiu muito tempo para sua formação irá escolher temas de pesquisa que se mostrem promissores no futuro, reforçando a tendência de afirmação do paradigma vigente, evitando linhas de pesquisas marginais ou que não encontram respaldo na academia (VANLOQUEREN; BARET, 2009).

Além das teorias elencadas anteriormente, outras se somam para explicar as diferenças de dinamismo tecnológico entre regiões e países. De modo geral, condicionantes locais tem desempenhado papel significativo no crescimento econômico. Baseados em evidência empírica, diversos autores têm proposto que o dinamismo tecnológico não pode ser explicado apenas a partir dos elementos impulsionadores da inovação endógenos à empresa (como a política da empresa em P&D com objetivo de reduzir custos, inovar no design, criar novos produtos, etc.), o que levou a investigação da influência de elementos exógenos, como a estrutura social, organizacional e institucional. Assim, exerce importante papel sobre o dinamismo inovador de uma região: a) os polos de desenvolvimento no qual uma atividade econômica motriz alavanca o crescimento local e atrai outras empresas exercendo um efeito desestabilizante e gerando ondas de inovação (PERROUX, 1978); b) as relações cooperativas locais que geram inovação e ganhos de competitividade e, em muitos casos, maior visibilidade para suas demandas em relação ao Estado (PATRUCCO, 2003).

As discussões teóricas no tocante à inovação e ao processo de difusão tecnológica encontram especificidades quando aplicadas ao setor agrícola, por exemplo: limitação na criação de produtos novos, quando os mesmos produtos já existem e torna-se difícil a criação de um produto agrícola totalmente novo; os aspectos relacionados ao dinamismo da unidade produtiva em termos de geração de tecnologia, ou seja, o produtor é mais um tomador de tecnologia do que criador; a questão da apropriação dos benefícios da inovação e o papel do Estado no desenvolvimento tecnológico do setor (VANLOQUEREN; BARET, 2009).

A contextualização das teorias sobre a inovação e difusão tecnológica na agricultura origina-se historicamente após anos 1950, sobretudo a partir das discussões sobre as raízes do atraso tecnológico do setor agrícola dos países em desenvolvimento. Tal discussão permite acompanhar os diferentes diagnósticos de modo a compreender tanto o modelo de modernização proposto quanto os efeitos das transformações tecnológicas.

Para Schultz (1965), o atraso tecnológico no setor agrícola de países subdesenvolvidos não se relacionava, como se pensava, a fatores culturais que bloqueavam as transferências de tecnologia ao impedir a difusão de comportamento otimizador dos agentes econômicos, mas, sobretudo, à falta de oportunidades de investimentos rentáveis. Deste modo, para o autor, a chave para a transformação do setor agrícola tradicional envolve dois

aspectos. O primeiro diz respeito ao investimento em insumos e máquinas agrícolas que incorporassem as novas tecnologias disponíveis, enquanto o segundo fator está relacionado ao nível educacional das populações e trabalhadores rurais. Assim, a solução passaria por três áreas: a) produção de pesquisa e extensão, geralmente realizada com recursos públicos sem a necessidade de imposição de restrição ao acesso à inovação; b) oferta de insumos e equipamentos pela indústria; c) educação rural para que os produtores pudessem utilizar os insumos modernos de forma mais eficiente. Deste modo, elevar-se-ia a produtividade da atividade rural e se estimularia a implementação das inovações tecnológicas. Este modelo representou a base teórica para a difusão dos pacotes tecnológicos adotados pelos países em desenvolvimento.

Paiva (1971) concentra sua análise sobre o papel das economias externas marshalianas (economias de aglomeração, oriundas de vantagens locacionais de proximidade de um centro de crescimento, gerando maior dinamismo de inovação e empreendedorismo) para explicar as assimetrias no padrão de desenvolvimento tecnológico do setor agrícola brasileiro. Deste modo, em função das assimetrias geradas no desenvolvimento econômico, existe a tendência de manutenção de um dualismo tecnológico marcado pela convivência de dois tipos de agricultura, uma tradicional e outra moderna.

Tal diversidade tecnológica ocorre em três níveis: em relação aos agricultores, em relação às regiões e em nível de produtos. Neste último caso, haveria três possibilidades: a primeira marcada por produtos que exigem maior complexidade tecnológica, inexistindo produtores com técnicas tradicionais; a segunda representa produtos que admitem a utilização tanto do padrão tecnológico mais moderno quanto de técnicas tradicionais; a terceira possibilidade é formada por aqueles produtos produzidos apenas por técnicas tradicionais, não existindo interesse de entrada de agricultores modernos neste mercado (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012).

A explicação do dualismo tecnológico reside na interação de dois grupos de variáveis, o primeiro representa os fatores que influenciam na qualificação dos produtores (conhecimento técnico, disponibilidade de recursos, capacidade gerencial, acesso a financiamento, etc.), o segundo é formado pelo custo de produção e o preço do produto. Deste modo, “tanto a qualificação quanto o preço dos insumos e produtos explicam, embora não completamente, grande parte das distorções entre agricultores e as regiões” (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012, p. 728).

Paiva (1971), buscando compreender a questão do dualismo tecnológico, analisa as duas fases do processo de modernização tecnológica na agricultura. Na fase de adoção da

tecnologia, o agricultor irá utilizar a nova tecnologia se os ganhos de produtividade cobrirem os custos de produção, comercialização e os custos transacionais (aqueles relacionados à substituição de um sistema pelo outro). No processo de difusão, entram em cena outros aspectos além da vantagem econômica do uso da tecnologia, isto porque a inovação tecnológica provoca a queda no preço do produto em virtude do aumento da produtividade e da oferta. Ademais, o aumento do uso intensivo da tecnologia provoca uma redução do preço dos insumos tradicionais (terra e trabalho) e aumento do preço dos insumos modernos. Tais fatores reduziriam a vantagem da inovação técnica e limitariam a difusão de forma mais ampla, representando o que Paiva (1971) chama de mecanismo de autocontrole, que, como consequência, coloca a manutenção do processo de modernização na dependência de assistência estatal, geralmente via garantia de preços mínimos e subsídios, além da dependência do crescimento do setor não agrícola e de exportação como forma de evitar forte flutuações de preços.

Viera Filho e Silveira (2012) ressaltam, porém, que existe a possibilidade de ocorrer uma redução do preço dos insumos modernos em função do aumento de escala da indústria fornecedora, bem como o aprendizado e a utilização mais eficiente de tecnologia pelos produtores, o que tornaria o resultado final dependente da magnitude da oscilação geral dos preços.

Paiva (1979) ainda cita como entraves à modernização agrícola em países em desenvolvimento os seguintes fatores:

- a) recursos naturais inadequados à modernização;
- b) insuficiência de condições propícias à modernização, como a inadequação para o uso de insumos importados e o alto preço dos fatores de produção;
- c) o mecanismo de autocontrole;
- d) capacidade de aumento de produção da agricultura tradicional, o que limitaria a pressão pelo aumento da produtividade da terra;
- e) insuficiência de demanda do mercado externo.

3.2 Modernização da agricultura no Brasil

O processo nacional de modernização agrícola insere-se no contexto mundial de afirmação de um modelo tecnológico através da adoção de um “pacote tecnológico” desenvolvido pelos países mais industrializados e caracterizado pela utilização intensiva de máquinas, equipamentos e insumos industriais com objetivo claro de aumentar a

produtividade da terra e da mão de obra. Tal modelo, conhecido internacionalmente como “Revolução Verde”, teve início nos anos 1950 e caracterizou-se pela ação conjunta entre Estado, indústria agroalimentar e representantes de agricultores modernos. O objetivo era transformar a agricultura em um setor moderno, de modo a integrá-la ao crescimento econômico nacional. A visão de modernidade aplicada à agricultura incorpora quatro elementos ideológicos, a saber: a) a noção de desenvolvimento (ou fim da estagnação); b) a noção de abertura (ou fim da autonomia) técnica, econômica e cultural; c) a noção de especialização da produção e inter-relação com a produção global; d) a consolidação do agricultor “moderno”, empresário, individualista, competitivo, integrado ao mercado e questionador do modo de vida tradicional (ALMEIDA, 1997).

A aplicação deste modelo nos países em desenvolvimento promoveu aumentos de produtividades extremamente elevados. Na Índia, a área plantada de sementes de alta produtividade (HYV – *hight yielding varieties of seeds*) aumentou de 2 milhões de hectares na safra 1966-67 para 62 milhões na safra 1988-89. A produtividade aumentou 73% no período de 1966-67 a 1988-89, o que representou importante impacto econômico e garantiu a segurança alimentar de um dos países mais populosos do mundo. Porém, o referido modelo mostrou-se fortemente dependente de insumos químicos (fertilizantes e defensivos agrícolas), água e energia. Na agricultura indiana, o uso de fertilizantes químicos aumentou de 1 milhão para 62 milhões de toneladas, não apenas em função do aumento da área plantada, mas de um processo de intensificação crescente, saltando de 1,1 kg/ha de fertilizantes em 1966-67 para 62,2 kg/ha em 1988-89. Tais transformações não se limitam ao uso de insumos, mas também a um processo de intensificação do nível de capital no setor agrícola, tomando ainda a agricultura indiana como exemplo, a razão capital-trabalho no setor agrícola aumentou 61% até o final da década de 1980, e o nível de capital por área plantada aumentou 88% (DHOLAKIA; DHOLAKIA, 1992).

Assim, a difusão generalizada deste modelo de modernização induziu um aumento expressivo da produtividade ao custo de transformações estruturais não apenas econômicas, mas também sociais e ambientais significativas nos países subdesenvolvidos. A feição de tais transformações assumiram características distintas entre países em função de diversos fatores, em sua maioria relacionados ao estilo do desenvolvimento adotado. Mueller e Martine (1997) observam o papel importante das políticas redistributivas como elemento amortizador da tendência ao aumento das disparidades socioeconômicas entre produtores e regiões:

Se não se corrigem as disparidades na distribuição da riqueza – especialmente de terras – da renda e de oportunidades, a nova tecnologia agropecuária tenderá a reforçar essas disparidades. Se forem adotadas medidas redistributivas eficazes, dificilmente a tecnologia atuará para aprofundá-las. Semelhantemente, a natureza das políticas adotadas para disseminar a nova tecnologia no meio rural pode contribuir tanto para intensificar como para atenuar a concentração de terras e de renda na sociedade. (MUELLER; MARTINE, 1997, p. 86)

No Brasil, o processo de modernização agrícola tem início no final dos anos 1950, num contexto econômico de afirmação do papel do Estado enquanto planejador e coordenador do processo de desenvolvimento, abertura ao capital internacional, necessidade de fortalecimento da indústria de base, na qual se inclui a indústria química e petroquímica, e a necessidade de gerar excedentes exportáveis para contribuir com os esforços de industrialização através da substituição de importações. Neste sentido, a modernização agrícola, longe de promover apenas crescimento da produtividade, irá se aliar à estratégia de desenvolvimento, executando importantes funções, como (ARRUZO, 2009; BALSAN, 2006, DAVID; CORRÊA, 2002; LEAL; FRANÇA, 2011):

- a) produzir excedentes exportáveis – a necessidade de divisas externas para dar suporte à instalação da indústria de bens de consumo e intermediários impõe um modelo de agricultura voltada para a exportação, exigindo a utilização de insumos modernos de modo a gerar produtos competitivos no mercado internacional;
- b) produzir alimentos a baixo custo para as populações urbanas – o aumento da oferta de alimentos induzida pelo aumento da produtividade agrícola tem a função também de produzir alimentos a baixo custo de modo a possibilitar a manutenção de um reduzido custo de reprodução da força de trabalho e assim permitir salários mais baixos, condição necessária para aumento da taxa de lucro e acumulação de capital, levando a aceleração do investimento;
- c) demanda de insumos industriais – a modernização do setor agrícola produz uma elevação da demanda por insumos modernos, induzindo o crescimento das indústrias recém-instaladas (química e mecânica) ao mesmo tempo em que fornece insumos para o complexo agroalimentar.

No Brasil, de forma similar a outros países em desenvolvimento, a articulação do segmento agrícola ao setor industrial, formando o Complexo Agroindustrial (CAI), ao mesmo tempo em que promoveu aumentos de produtividade e renda internas, gerou, em função da magnitude do processo, da importância do segmento agrícola e das especificidades relacionadas à agricultura familiar, transformações sociais e ambientais profundas.

Neste sentido, diversas pesquisas procuraram abordar os impactos sociais e ambientais relacionados ao processo de modernização. Em primeiro lugar, parece ser necessário caracterizar as transformações na estrutura produtiva. Assim, como reflexo da trajetória tecnológica percorrida e em função dos condicionantes históricos do período (como o fortalecimento do papel do Estado como agente coordenador do processo de desenvolvimento, a necessidade de geração de divisas para a continuidade do processo de industrialização via substituição de importações, a estrutura agrária existente e as significativas assimetrias regionais), tal processo irá apresentar, para a realidade brasileira, algumas feições. A primeira diz respeito à tendência de concentração fundiária, em virtude de ganhos de escala relacionados ao modelo tecnológico e condições diferenciadas de acesso ao crédito. A segunda relaciona-se à modernização assimétrica que se dá de forma mais intensa nas regiões centro-sul, com a predominância das monoculturas voltadas para exportação, para o abastecimento da indústria e da população urbana, em detrimento de produtos tradicionais e do pequeno produtor (DAVID; CORRÊA, 2002; LEAL; FRANÇA, 2011).

Ressalta-se que o modelo de modernização aplicado no país, sobretudo até o final da década de 1980, é chamado por diversos autores de “modernização conservadora” em virtude de manter e até mesmo acentuar características da produção agrária cristalizadas desde o período colonial, como a monocultura, o latifúndio e o cultivo voltado para exportação sem, no entanto, promover o fortalecimento da agricultura familiar ou uma distribuição mais equitativa do acesso à terra (BALSAN, 2006; DAVID; CORREIA, 2002; DELGADO, 2001).

Além disso, o processo de modernização promoveu a consolidação das relações capitalistas no campo, produzindo profundos impactos, tanto sociais quanto na configuração do espaço agrário nacional. Tal processo é marcado no período 1950-1980 pela forte presença do Estado como principal impulsionador, através de mecanismos como: crédito fundiário, garantia de preços mínimos, tarifas protecionistas e subsídios. No entanto, o final dos anos 1980 é marcado por uma inflexão na condução da política agrícola nacional, cuja causa encontra raízes na crise fiscal do Estado brasileiro e adoção de políticas neoliberais que determinaram mudanças significativas nas propostas de desenvolvimento para o meio rural nacional, tendo como contexto a liberação comercial do início dos anos 1990. A nova política agrícola foi marcada pelo desmonte do aparato de intervenções no setor rural (estruturado em 1930 e reforçado no período militar). Tal inflexão representou uma nova reorientação da questão agrária, em que o crescimento econômico da agricultura perde espaço como um projeto prioritário na agenda estatal. A prioridade se desloca nesta fase para a necessidade de inserção externa da economia brasileira, mas de maneira bem distinta em relação ao período

anterior, ou seja, sem o protecionismo que marcou a atividade agrícola (DELGADO, 2001; LEAL; FRANÇA, 2011).

Conforme Castilho (2004, p. 84):

O período subsequente é marcado por uma forte crise fiscal do Estado brasileiro, que impele, pouco a pouco, a uma mudança nas formas de intervenção no setor agrícola. A adoção de uma política neoliberal junto a um novo paradigma tecnológico dominante (microeletrônica, biotecnologia, redes telemáticas corporativas) propicia um novo campo de forças na estruturação das articulações entre os agentes, sobretudo da produção voltada à exportação, num contexto de democracia de mercado.

Num contexto de necessidade de inserção num ambiente globalizado e estímulo à concorrência sem aparatos protecionistas estatais, consolida-se um processo seletivo que favoreceu os setores agrícolas mais dinâmicos (aqueles relacionados ao agronegócio) em detrimento dos segmentos tradicionais e os relacionados à pequena produção familiar.

Dentre as ações que permitiram a consolidação de um modelo de desenvolvimento neoliberal e o fortalecimento do agronegócio, Veltmeyer e Petras (2008) elencam:

- a) privatização dos meios de produção social – por meio da qual é revertida a política nacionalista do Estado desenvolvimentista;
- b) desregulamentação– o dismantelamento do aparato regulador do Estado;
- c) liberalização financeira e comercial – revertendo as políticas intervencionistas e protecionistas do Estado desenvolvimentista, abrindo a economia para forças do mercado mundial;
- d) descentralização – uma das inúmeras políticas planejadas para enxugar o aparato administrativo do Estado, tirando a responsabilidade pelo desenvolvimento econômico-social e político do Estado concebido como predatório e que viveria de propriedade e investimentos, conforme proponentes da nova economia política para a sociedade civil, dando a ele a posição de parceiro estratégico na guerra do Banco Mundial contra a pobreza e em favor da constituição de um regime de boa governança.

Para Leal e França (2011), cada uma destas ações irá contribuir para a dinamização do capital no campo, desenvolvendo o espaço propício para a consolidação do agronegócio. Assim, no dizer das autoras:

O apoio ao livre comércio, abertura do mercado à entrada de empresas multinacionais que estão vinculadas à produção e processamento das commodities agrícolas, medidas econômicas e jurídicas para atrair capital estrangeiro, redução de

restrições alfandegárias, entre outras, são resultantes de uma conformação de ações para viabilizar a penetração do capitalismo no campo (LEAL; FRANÇA, 2011, p.6).

Deste modo, a modernização da agricultura não representou apenas um processo de dinamização tecnológica de um segmento econômico atrasado com vistas a aumentos de produtividade e redução de custos, tal processo representou o início da ampliação do capital no campo e sua integração ao capital externo e capital financeiro. Assim, a consolidação do complexo agroindustrial irá promover não apenas alterações na estrutura produtiva, mas, sobretudo, transformações espaciais nas áreas de produção, processamento e comercialização. Tais mudanças implicarão na formação de novas regiões produtivas agrícolas, as quais Elias (2008, p. 22) denomina de “arranjos territoriais produtivos agrícolas” que acirram a

[...] refuncionalização dos espaços agrícolas e leva a difusão de especializações territoriais produtivas, denotando inúmeras seletividades, seja da organização da produção, seja da dinâmica do próprio espaço agrícola. A formação destas regiões produtivas agrícolas obedece aos interesses dos agentes hegemônicos que estão à frente de tais processos, empresas agrícolas nacionais e multinacionais, e isso significa que não seguem necessariamente às divisões políticas administrativas estabelecidas, nem mesmo aos interesses locais, regionais ou mesmo nacionais (ELIAS, 2008, p. 22).

As alterações na base técnica do segmento agrícola não se restringiram aos aumentos de produtividade da terra, mas promoveram também um processo de aumento da produtividade da mão de obra e mudança nas relações sociais e no mundo do trabalho. Assim, a reestruturação produtiva da atividade agrícola, enquanto processo derivado da modernização, favoreceu a proletarianização do trabalho no campo e a separação do trabalho da terra, como consequência tem-se o aumento da sazonalidade do emprego agrícola ampliando a demanda por trabalhadores temporários (que se tornam necessários em apenas algumas fases do processo produtivo), aumento do desemprego, da instabilidade do trabalho rural e dos riscos à saúde do trabalhador decorrentes de máquinas e produtos químicos utilizados de forma inadequada, a redução da demanda por mão de obra, por sua vez, se refletirá na queda da renda real do trabalhador, tais elementos conjugados têm sido apontados como responsáveis pelo elevado fluxo de migração rural-urbana. (ARRUZO, 2009; DAVID; CORRÊA, 2002).

Além disso, a elevação do grau de dependência da agricultura em relação à demanda do setor não agrícola, juntamente com o aumento do nível de endividamento do setor, acelerou o processo de concentração fundiária, visto que muitos produtores, geralmente médios e pequenos, irão perder suas terras em virtude de dívidas financeiras contraídas para a aquisição de máquinas, equipamentos e insumos modernos (BALSAN, 2006).

Deste modo, o processo de modernização da agricultura brasileira, enquanto modificou a base técnica e a articulação com o setor industrial/exportador, favorecendo tanto o florescimento da indústria agroalimentar como a obtenção de divisas para financiar o processo de industrialização por substituições de importação, induziu fortes desequilíbrios no campo, como a concentração fundiária, o aumento do nível de endividamento do setor e o crescimento da sazonalidade e do desemprego rural com rebatimentos no processo de êxodo rural e explosão demográfica dos grandes centros urbanos no Brasil.

3.3 Agricultura familiar e modernização agrícola

A importância econômica e social da agricultura familiar, sobretudo, para as regiões Norte e Nordeste, cuja grande maioria dos produtores encontram-se abaixo da linha de pobreza, tem contribuído para que este segmento receba maior atenção do Estado nos anos recentes.

Porém, em termos teóricos, a própria definição de agricultor familiar não encontra consenso entre os pesquisadores. Para Lamarche (1993, p. 15),

[...] a exploração familiar, tal como a concebemos, corresponde a uma unidade de produção agrícola onde a propriedade e o trabalho estão intimamente ligados a família. A interdependência desses três fatores no funcionamento da exploração engendra necessariamente noções mais abstratas e complexas, tais como a transmissão do patrimônio e a reprodução da exploração.

Segundo Wanderley (2009), o termo “familiar” reforça a condição central da família na forma social de produção, tanto em relação ao processo produtivo quanto à própria reprodução social, tendo origens numa tradição camponesa.

Gasson e Errington (1993) destacam seis características que definem a agricultura familiar:

- a) a gestão é realizada pelos proprietários;
- b) os responsáveis pelo empreendimento estão ligados entre si por laços de parentesco;
- c) o trabalho é fundamentalmente familiar;
- d) o capital pertence à família;
- e) o patrimônio e os ativos são transferidos entre as gerações no interior da família;
- f) os membros da família vivem na unidade produtiva.

Abramovay (1997) ressalta que, a partir das características acima, não se deve realizar nenhum pré-julgamento a respeito do tamanho da propriedade e da capacidade de geração de renda. O referido autor mostra-se contrário à utilização de termos como “pequena produção”, “produção de baixa renda”, ou “agricultura de subsistência” para designar a agricultura familiar. Veiga (1996) reforça que, em termos internacionais, a “agricultura familiar” não é incompatível com a utilização de insumos modernos nem com a inserção comercial, como exemplo cita que, na economia americana, a agricultura familiar tradicional é responsável por 54% das vendas do segmento agrícola.

Porém, em termos normativos no âmbito do Estado, tendo por objeto a necessidade de focalização do público-alvo de um amplo conjunto de políticas públicas, considera-se agricultor familiar aquele que:

[...] não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

Cabe ressaltar que, apesar do nível tecnológico e de renda não constituírem em elementos caracterizadores da agricultura familiar (pelo menos para a realidade brasileira), boa parte destes produtores não lograram participar dos benefícios da modernização agrícola, isto porque tal processo de transformação consolidou-se de forma desigual e excludente entre os produtores agrícolas, agregando apenas grandes e médias propriedades sem, no entanto, atingir o pequeno agricultor. A concentração da modernização agrícola em uma determinada classe de produtor rural encontra raízes na concepção de que pequenos agricultores, em virtude do baixo nível educacional e deficiência de capital, não poderiam utilizar insumos modernos. Assim, a pequena produção é vista como artesanal e atrasada, devendo ser substituída pela agricultura moderna. Um dos principais mecanismos utilizados neste processo de seleção de unidades produtivas é o acesso ao crédito. Neste sentido, médios e grandes produtores terão acesso ao crédito subsidiado (com juros reais negativos no período, em função da elevada inflação). Apesar do significativo aporte de recursos para investimento em mecanização e custeio, sobretudo nos anos 60 e 70, a maior parte destes recursos é absorvida por grandes produtores agrícolas, sobretudo de *commodities*. Esta assimetria também manifesta-se de forma espacial, privilegiando os produtores das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Como assinala Estevam (1998, p. 168),

[...] o crédito, devido à exigência de padrão operacional e tecnológico não contemplou significativamente pequenos produtores. Os projetos de viabilidade econômica e financeira, o volume de recursos necessários, as garantias demandadas, a formação de estoques de capital e os padrões técnicos requeridos não estavam ao alcance do pequeno agricultor; deste modo, o crédito rural esteve concentrado no âmbito da grande propriedade.

Rodrigues e Ferreira (2011) argumentam que o crédito rural atuou como elemento de intensificação do processo de acumulação de capital no campo, pois a essência deste processo, numa visão marxista, é a perpetuação da acumulação de riquezas, via mecanismos de exploração. No sentido proposto pelos autores, o crédito rural promovia um direcionamento da acumulação em privilégio dos grandes produtores em detrimento dos pequenos. Neste contexto, o pequeno produtor, sobretudo o produtor familiar, não só ficou alijado do processo de modernização, como vivenciou de forma geral um processo acentuado de empobrecimento. Um dos elementos disto é que os aumentos de produtividade e consequente aumento da oferta de alimentos tendem a reduzir o preço dos produtos agrícolas, provocando a queda da renda e agravando a condição do pequeno produtor.

Apesar de não ser possível afirmar a existência de uma identidade perfeita entre agricultura familiar e pequena produção, para a realidade brasileira, onde a área média dos estabelecimentos familiares possui 18,37 hectares (IBGE (2009)), pode-se inferir que o processo de modernização, ao não beneficiar o pequeno produtor, acabou por não abranger também o agricultor familiar.

A compreensão da realidade deste segmento no país, marcada pela forte heterogeneidade regional, impõe que se analise alguns dados do censo agropecuário. A primeira evidência do censo é a elevada concentração fundiária, onde os estabelecimentos familiares, apesar de representarem 84,4% dos estabelecimentos em nível nacional, ocupam uma área agrícola de apenas 24,3% do total. Apesar de cultivar uma área menor com lavouras e pastagens (17,7 e 36,4 milhões de hectares, respectivamente), a agricultura familiar é responsável por garantir parcela significativa da produção de alimentos para o mercado interno, com destaque principalmente para as culturas de mandioca (87%), feijão (70%), milho (46%), café (38%) e arroz (34%). Em relação à pecuária, a agricultura familiar responde por 58% do leite produzido, possuindo ainda 59% do plantel de suínos, 50% do plantel de aves e 30% de bovinos (IBGE, 2009).

Guanziroli e Cardim (2000) apresentam importante estudo conduzido pelo projeto de cooperação FAO/INCRA, o qual, apesar da defasagem dos dados, complementa a evidência empírica do censo de 2006 acerca da caracterização da agricultura familiar. Neste

sentido, os dados do referido relatório indicam que 68,9% dos estabelecimentos possuíam renda agrícola igual ou inferior a R\$ 3.000,00 por ano e que tais estabelecimentos ocupavam uma área de 48,9%. Dado interessante é que cerca de 10% dos estabelecimentos apresentaram renda zero, possivelmente resultado de investimentos realizados que ainda não haviam produzido lucros no lapso temporal da pesquisa, ou a ocorrência de prejuízos naquela safra, mas, seja qual for a justificativa, isto indica que a família está se mantendo com renda de outras fontes, sobretudo de transferências e atividades não agrícolas.

A Tabela 1 apresenta o acesso à tecnologia por parte da agricultura familiar. Estes dados revelam que apenas 16,7% dos agricultores familiares utilizam serviços de assistência técnica, contra 43,5% da atividade patronal. Tais disparidades mostram-se maiores ao se observar as diferenças regionais, principalmente entre os dois polos, região Nordeste e região Sul. De forma sintética, pode-se resumir os dados da tabela e concluir que os agricultores familiares das regiões Norte e Nordeste apresentam, como características, o baixo acesso à assistência técnica, o elevado grau de utilização de força de trabalho manual e o baixo uso de adubos e corretivos (GUANZIROLI; CARDIM, 2000).

Tabela 1 - Agricultores familiares, distribuição relativa do acesso à tecnologia e assistência técnica, Brasil e grandes regiões, 1996

REGIÃO	Utiliza Assist. Técnica	Usa Energia Elétrica	Uso de força nos trabalhos			Usa adubos e corretivos	Faz conserv. do solo
			Só Animal	Só mecânica ou Mecânica e animal	Manual		
Nordeste	2,7	18,7	20,6	18,2	61,1	16,8	6,3
C.-Oeste	24,9	45,3	12,8	39,8	47,3	34,2	13,1
Norte	5,7	9,3	9,3	3,7	87,1	9,0	0,7
Sudeste	22,7	56,2	19,0	38,7	42,2	60,6	24,3
Sul	47,2	73,5	37,2	48,4	14,3	77,1	44,9
BRASIL	16,7	36,6	22,7	27,5	49,8	36,7	17,3

Fonte: Guanziroli e Cardim (2000)

Outro elemento importante diz respeito ao reduzido percentual de produtores que realizam práticas de conservação do solo, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste (0,7 e 6,3%, respectivamente), justamente regiões que apresentam elevada vulnerabilidade à erosão e perda de nutrientes do solo. Tais resultados podem estar correlacionados, nestas regiões, aos baixos níveis de acesso aos serviços de assistência técnica, dificultando a difusão de novas práticas agrícolas.

A atualização dos dados do relatório FAO/INCRA com a inclusão dos dados censitários de 2006 é realizada por Guanziroli, Buainain e Di Sabbato (2012)⁵. A Tabela 2 revela importantes avanços no uso de energia elétrica, cujos percentuais mais do que dobraram no período e no progressivo abandono da agricultura tradicional, com perda relativa da importância da força manual e uso da força animal e mecânica. Aparentemente, os avanços têm reduzida correlação com o acesso à assistência técnica, que pouco evoluiu no período, o que explica também a estagnação no uso de adubos e corretivos e o retrocesso no processo associativista, elementos estes geralmente incentivados quando atuam órgãos estaduais de assistência técnica e extensão rural (GUANZIROLI; BUAINAIN; DI SABBATO, 2012).

Tabela 2 - Proporção dos agricultores familiares que usam componentes relativos à modernização da agricultura, Brasil, 1996-2006

Variáveis selecionadas	1996 (%)	2006 (%)
Utiliza assistência técnica	16,67	20,88
Associação à cooperativa	12,63	4,18
Usa energia elétrica	36,63	74,1
Usa força animal	22,67	38,75
Usa força mecânica	27,5	30,21
Usa força manual	49,83	31,04
Usa irrigação	4,92	6,23
Usa adubos e corretivos	36,73	37,79

Fonte: Guanziroli, Buainain e Di Sabbato (2012, p.360)

A Tabela 3 mostra a variação percentual dos componentes da modernização agrícola por região. Assim, destaca-se o avanço da energia elétrica, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, possivelmente impulsionado pelo programa federal Luz para Todos. O crescimento do uso de tração mecânica nas citadas regiões deve-se possivelmente aos incentivos do programa Moderfrota, do BNDES, e à atuação de linhas de financiamento do Pronaf (GUANZIROLI; BUAINAIN; DI SABBATO, 2012). Ressalta-se, todavia, que tais avanços, apesar de reduzirem diferenças intrarregionais de acesso à tecnologia, não implicam necessariamente em transformações, isto porque as regiões Norte e Nordeste apresentavam, em 1996 e 2006, percentuais muito inferiores aos das demais regiões nas variáveis abordadas. Assim, por exemplo, apesar do avanço de 192% no acesso à assistência técnica entre 2006 e 1996, o Nordeste ainda manterá, em 2006, uma participação relativa de 8% de produtores que dispõem de acesso a este serviço. Para a região Norte, apesar do expressivo crescimento de

⁵ É importante ressaltar que os dados fornecidos pelos citados autores são baseados em microdados do censo agropecuário de 2006 e diferem dos dados publicados em virtude de se utilizar a metodologia do relatório FAO/INCRA, que conceituava agricultura familiar de forma mais abrangente do que a definida pela Lei n. 11.326/2006.

134% no uso da tração mecânica, isto representa uma evolução de 3,7% para 8,6% dos produtores, indicando ainda a manutenção de expressivo contingente de produtores que utilizam tração animal ou manual.

Outro destaque diz respeito ao avanço da irrigação nas regiões Norte e Nordeste, seja pela melhor utilização do potencial hídrico da região Norte, seja pelo crescimento da fruticultura irrigada no Nordeste (GUANZIROLI; BUAINAIN; DI SABBATO, 2012).

Tabela 3 - Variação percentual de componentes relacionados à modernização da agricultura familiar, Brasil e regiões, 1996-2006

Brasil e regiões	Assist. técnica	Energ. Elétrica	Tração mecânica	Irrigação	Adubação e corretivos
Norte	177	409	134	391	30
Nordeste	192	270	24	43	26
Sudeste	19	63	-10	17	-5
Sul	0	13	10	-3	-4
Centro-Oeste	35	129	-1	60	17
Brasil	27	105	11	28	4

Fonte: Guanziroli, Buainain e Di Sabbato (2012, p.361)

É interessante mencionar que, apesar de possuir menores níveis de renda em relação à agricultura patronal, a agricultura familiar possui maior eficiência no uso da terra, produzindo, segundo dados do censo de 2006, um valor bruto da produção por hectare de 554,57 reais contra 461,74 reais da agricultura patronal.

Em relação aos entraves à modernização, Souza Filho *et al.* (2004) elencam como fatores condicionantes da adoção tecnológica por agricultores familiares:

- a) características socioeconômicas do produtor e sua família – neste fator, estariam elementos como: a experiência de gestão familiar; o nível de escolarização (que facilitaria a absorção de informação e a adoção de métodos gerenciais); a idade do produtor; o grau de dependência da família (número de membros que não trabalham em relação aos que trabalham);
- b) grau de organização dos produtores – a associação de interesses pode contribuir para que se atinja a escala necessária para a adoção de determinada tecnologia e realizar certos investimentos, além disto, promove mecanismos coletivos de planejamento e gestão de atividades, outro elemento é que a organização pode influenciar positivamente a intervenção pública, requisitar assistência técnica, carrear recursos e obter obras de infraestrutura;
- c) disponibilidade e acesso à informação – no Brasil, em função do baixo nível de escolaridade do produtor familiar, os manuais convencionais mostram-se

pouco eficazes, o dilema é que, segundo os autores, o Estado empreendeu, na década de 1990, um processo de desmonte das Ater (Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural) estaduais;

- d) risco – A difusão tecnológica é fortemente influenciada pelo risco, elemento sujeito à avaliação subjetiva dos produtores, que, em muitos casos, superestimam os riscos;
- e) tamanho da propriedade – muitas tecnologias são indivisíveis e fortemente correlacionadas à escala. Ademais, pequenos produtores possuem maior dificuldade de acesso a crédito e canais de comercialização mais favoráveis;
- f) disponibilidade de mão de obra – diferentes tecnologias podem demandar dotações diversas de capital e trabalho, o questionamento é que tecnologias intensivas em capital são, em geral, inacessíveis ou possuem escala de produção acima da produção familiar; por outro lado, tecnologias que utilizem mais trabalho enfrentam restrição na tendência de migração da população jovem para centros urbanos;
- g) condições físico-ambientais da propriedade – condições como solo, disponibilidade de recursos hídricos, topografia do terreno, dentre outras, influenciam fortemente nas tecnologias disponíveis em nível local. Porém, como estes fatores variam significativamente entre propriedades de uma mesma região, exigindo adaptação da tecnologia às condições locais, as firmas geradoras de tecnologia não se interessam em realizar tais adaptações;
- h) condição fundiária do produtor – segundo os autores, os produtores proprietários têm maiores condições de adotar a tecnologia por dispõem de possibilidade de financiar maior volume de recursos, os produtores não proprietários sentem-se pouco atraídos para investimento em tecnologias por possuírem menor horizonte de planejamento em virtude de contratos de curto prazo. Por outro lado, os produtores proprietários são mais avessos ao risco da desapropriação, levando-os à adoção de uma postura mais conservadora;
- i) fatores sistêmicos – são os fatores relacionados às condições externas à propriedade que influenciam na sua lucratividade, inserção no mercado e nos custos, como infraestrutura de transporte, financiamento, acesso a canais de comercialização, mercados organizados, assistência técnica, oferta de mão de obra, existência de agroindústria, etc.;

- j) contexto macroeconômico – este fator contempla o macroambiente que influencia o produtor, a política de crédito que está condicionada pelo orçamento público, o câmbio que influencia os custos e o preço de produtos exportados, a demanda externa, etc.

Alguns dos elementos apontados pelos autores supracitados foram atenuados pela atuação estatal nos anos recentes, cujo marco é a criação do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) em 1995. O início do século XXI é marcado pelo fortalecimento das políticas públicas de apoio ao segmento, com destaque para a ampliação dos recursos do PRONAF, inclusive contemplando recursos para investimento em novas tecnologias e pela criação do programa da merenda escolar e as redes municipais de abastecimento que, em conjunto, ampliaram os espaços de comercialização e o valor agregado dos produtos da agricultura familiar. Como reflexo, o censo de 2006 já registra expressivo aumento da produtividade da agricultura familiar entre as regiões, com destaque para as regiões Nordeste e Sudeste, onde a produtividade aumentou respectivamente em 85,9% e 29,7% entre 1996/2006, superando a média nacional (24,8%); nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul, o dinamismo foi menor, sendo o incremento de produtividade, respectivamente, 13%, 9,6% e 14,6%, o que apresenta indícios de esgotamento do potencial de expansão para estas últimas regiões. Porém, apesar do crescimento da produtividade, ainda prevalecem fortes diferenças regionais, sendo que a Região Sul ainda lidera em produtividade na agricultura familiar, sete vezes superior à Região Norte, 5,7 vezes maior que a Região Centro-Oeste, 3 vezes a produtividade da Região Nordeste e 1,8 vezes a produtividade da Região Sudeste (KAMIMURA; OLIVEIRA; BURANI, 2010).

3.4 Sustentabilidade agrícola: conceito, desafios e mensuração

A crescente demanda de alimentos e insumos para a indústria, a necessidade de aumento de produtividade agrícola e a utilização massiva de tecnologias inadequadas do ponto de vista ambiental representam desafios à construção de uma agricultura assentada em bases sustentáveis. Para Gliessman (2000), a agricultura sustentável pode ser concebida como

[...] aquela que reconhece a natureza sistêmica da produção de alimentos, forragens e fibras equilibrando, com equidade, preocupações relacionadas à saúde ambiental, justiça social e viabilidade econômica, entre os diferentes setores da população, incluindo distintos povos e diferentes gerações (GLIESSMAN, 2000, p. 600 – 601).

Para Altieri (2000), a convergência para práticas agrícolas sustentáveis pressupõe uma inversão de uma ótica otimizadora da produção para uma ótica otimizadora do sistema como um todo, o que exige mudanças no direcionamento da pesquisa científica, com ênfase na busca de sistemas produtivos que privilegiem práticas de rotação de cultivos, a pesquisa de fontes alternativas de nutrição, novas estratégias de gestão, a implementação de estratégias integradas de controle de pragas e plantas daninhas e sistemas alternativos de pecuária (ALMEIDA, 1998).

Para Veiga (1994, p.7), as práticas agrícolas sustentáveis devem promover:

- a) a manutenção no longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola;
- b) o mínimo de impacto adverso ao meio ambiente;
- c) retornos adequados aos produtores;
- d) otimização da produção com o mínimo de insumos externos;
- e) satisfação das necessidades humanas de alimento e renda;
- f) atendimento das necessidades sociais das famílias e comunidades rurais.

Uma perspectiva mais ampla da sustentabilidade que não esbarre na visão reducionista da intocabilidade do meio ambiente é a apresentada por Glico (1990), para quem a sustentabilidade pode ser definida como a capacidade de um ecossistema de manter constante seu estado através do tempo. Tal estabilidade pode ser alcançada tanto pela atuação espontânea de processos naturais (estado de *clímax*) quanto em situações marcadas pela intervenção humana (estado de *disclímax*), desde que mantenha-se a equivalência entre entradas e saídas de matéria e energia (mantendo-se inalterados o volume de biomassa, as taxas de trocas e os ritmos de circulação de equilíbrio do sistema). Assim, para este autor, alcançar a sustentabilidade agrícola e ambiental pressupõe uma nova relação homem-natureza que evite a deterioração do ecossistema artificializado (do qual o sistema agrícola constitui importante elemento).

Para Assad e Almeida (2004, p.21) os desafios da agricultura sustentável são significativos, como exemplo citam casos em que a utilização de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente são executadas pelas unidades produtivas de maior porte, caracterizadas por baixa geração de postos de trabalho, promovendo, assim, a sustentabilidade ecológica em detrimento da sustentabilidade social. Assim, as autoras postulam que os desafios colocados ao Estado, sociedade e produtores podem ser considerados a partir de cinco vertentes básicas:

- a) desafio ambiental – em virtude do impacto ambiental da produção, a agricultura sustentável deve buscar sistemas de produção adaptados ao ambiente de tal forma que minimizem a dependência de insumos externos e recursos não renováveis;
- b) desafio econômico – adotar sistemas de produção e cultivo que minimizem perdas e desperdícios, que apresentem produtividade compatível com os investimentos realizados e tenham competitividade comercial;
- c) desafio social – em função da importante participação da atividade agrícola na geração de emprego e renda, deve-se buscar a adoção de sistemas de produção que assegurem a geração de renda para o trabalhador rural, com remuneração digna e que contribua para a segurança alimentar e nutricional;
- d) desafio territorial – promover uma efetiva integração agrícola com o espaço rural, por meio da pluriatividade e da multifuncionalidade destes espaços;
- e) desafio tecnológico – difusão de tecnologias menos agressivas ambientalmente e que mantenham uma adequada produtividade.

Há que se considerar que os desafios à sustentabilidade não pressupõem um retorno nostálgico às práticas de cultivo tradicionais, pois, em tal caso, inviabilizar-se-ia a consecução de objetivos primordiais da atividade agrícola, como os relacionados à manutenção da oferta adequada de alimentos e à viabilidade econômica do produtor. Apesar da tecnologia não ser capaz de solucionar, isoladamente, os dilemas socioeconômicos e ambientais presentes na atualidade, diversos autores apontam para o importante papel da inovação tecnológica na concretização da sustentabilidade agrícola ao permitir a exploração mais racional dos recursos naturais e potencializar ganhos de produtividade capazes de manter um adequado padrão de vida ao produtor rural (CAPORAL; COSTABEBER, 2004; LABRADOR MORENO; ALTIERI, 1994).

Porém, a construção de uma base tecnológica com vistas à consolidação de uma agricultura sustentável enfrenta alguns desafios. O primeiro diz respeito à dissociação entre pesquisa tecnológica e extensão rural, onde a inovação de práticas produtivas geradas nos institutos de pesquisas não são inseridas nos sistemas produtivos, seja pela ausência de adequada difusão tecnológica, seja pela desarticulação entre pesquisa, extensão rural e os segmentos produtivos aptos a se beneficiar destas tecnologias. O segundo desafio refere-se ao conhecimento, ainda rudimentar, sobre os sistemas agrícolas e as relações dinâmicas com o ecossistema em seu entorno. O terceiro desafio consiste na necessidade de adequação de tecnologias que considerem as disparidades socioeconômicas e culturais da população rural,

sobretudo no contexto de países em desenvolvimento (ASSAD; ALMEIDA, 2004; CAPORAL; COSTABEBER, 2004; EUCLIDES FILHO *et al.*, 2011).

As tecnologias defendidas pelas diversas propostas de concretização de uma agricultura assentada em bases sustentáveis pressupõe certo grau de ruptura com técnicas convencionais ou “modernas” de produção agrícola, consistindo, de modo geral, no emprego de meios mais adaptados técnica, econômica e socialmente aos produtores, com menor utilização de insumos químicos, e tendo por base a conservação do solo e recursos naturais englobando uma ampla gama de técnicas e práticas que contemplam, desde as destinadas à subsistência, até as tecnologias mais avançadas passíveis de utilização em grande escala (ASSAD; ALMEIDA, 2004).

Percebe-se, no entanto, que, no atual desenvolvimento do setor agrícola, a concretização da sustentabilidade ainda apresenta-se distante, consistindo mais em objetivos de longo prazo (ASSAD; ALMEIDA, 2004). Apesar da existência de diversas tecnologias sustentáveis, a trajetória para a sustentabilidade não se apresenta de forma linear, coexistindo com uma ampla variedade de trajetórias tecnológicas, cujos polos são formados por um lado pela tendência (majoritária) de intensificação agrícola “sustentável” com a expansão da produtividade baseada em insumos modernos, porém fundamentada na racionalização dos recursos ambientais (agricultura de precisão), redução de custos de produção, inovações biotecnológicas e preservação ambiental (LOPES; CONTINI, 2012; SAMBUICHI, *et al.* 2012; TILMAN *et al.*, 2011), e, por outro polo, assentam-se as formas de agricultura alternativa (dentre as quais, citam-se: a agroecologia, a agricultura biodinâmica, a agricultura orgânica, agricultura de baixo uso de insumos externos, dentre outras) afirmando a necessidade de uma nova relação homem-natureza, com propostas de reorientação do consumo, valorização da cultura e saber local, produção agrícola respeitando os processos naturais de reciclagem de nutrientes, valorização do trabalho familiar e local e utilização mínima de insumos externos à propriedade, sendo importante ressaltar que inexitem formas “puras”, coexistindo formas intermediárias com a possibilidade de combinação de características tanto de “intensificação sustentável” quanto da “agricultura alternativa”, havendo, em qualquer caso, a incorporação do progresso técnico e o processo de “ecologização” da agricultura (CAPORAL; COSTABEBER, 2004; REDCLIFT, 1993).

É importante ressaltar que, apesar da indefinição em relação à forma ou modelos de desenvolvimento agrícola que promoverão (ou não!) a sustentabilidade no futuro, encontra-se atualmente consolidado pela pesquisa científica um conjunto de práticas conservacionistas com significativo potencial de preservação dos recursos naturais como solo,

biodiversidade, recursos hídricos, além da manutenção de níveis expressivos de produtividade, com potencial de aplicação, sobretudo, por pequenos produtores. Dentre as práticas conservacionistas existentes, podem-se citar (DIAS, 1999):

- a) práticas de caráter edáfico – que representam aquelas que objetivam manter ou melhorar a fertilidade e as características físico-químicas e microbiológicas do solo, consistem basicamente nas práticas de eliminação ou controle de queimadas, na rotação de culturas e ajustamento à capacidade de uso. A eliminação ou controle de queimadas evita a degradação química do solo com a liberação de nutrientes para a atmosfera ao tempo que evita a queima de matéria orgânica e perda da diversidade microbiana do solo. No sistema de rotação de culturas, devido à diferença de necessidade de nutrientes entre as culturas e a contribuição de diversidade de matéria orgânica, favorece-se a manutenção de nutrientes do solo, bem como a atividade microbiológica. O ajustamento da capacidade de uso se dá através do planejamento do uso e utilização de culturas melhor integradas ao ecossistema da propriedade, de modo a evitar o esgotamento do solo, a erosão e a utilização massiva de fertilizantes químicos;
- b) práticas de caráter vegetativo – destinam-se ao controle da erosão do solo via cobertura vegetal, fornecendo matéria orgânica e sombreamento; nesta categoria, encontram-se: o reflorestamento, a preservação da área de reserva legal, a conservação de mata ciliar, as culturas em faixas ou nível, a utilização de árvores como quebra-vento, o controle das capinas, a roçada do mato em lugar do arranquio, a cobertura do solo com palha ou acolchoamento, entre outras;
- c) práticas de caráter mecânicos – neste caso, utilizam-se máquinas no trabalho de conservação, buscando alteração no relevo e construção de patamares em nível que interceptam as águas de enxurradas, como exemplo podem-se citar: as técnicas de preparo do solo e plantio em curvas de nível, a subsolagem, os terraços, entre outras;
- d) práticas culturais e de manejo – tais práticas visam melhorar a estrutura do solo, dentre elas, destacam-se: a adubação verde, o plantio direto, entre outras. O plantio direto reduz significativamente as perdas de solo e água, incrementa a quantidade de matéria orgânica melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo;

- e) práticas alternativas de controle fitossanitário – a partir da constatação dos malefícios do uso indiscriminado de defensivos agrícolas com possibilidade de contaminação do solo, recursos hídricos, fauna e o próprio homem, tem-se desenvolvido práticas de controle de pragas alternativas ao uso de agrotóxicos, com destaque para as práticas de controle biológico, a busca de variedades geneticamente resistentes e o controle integrado, que objetivam a redução ou eliminação do uso de defensivos químicos, de forma a produzir alimentos mais saudáveis e com menor risco de contaminação ambiental e humana.

Porém, apesar da existência de alternativas produtivas de redução do impacto ambiental da atividade agrícola, é necessário destacar que a utilização de práticas conservacionistas é muito pouco praticada no país. Segundo informações do censo agropecuário de 2006, apenas 10,4% dos produtores nacionais realizam plantio direto e 13,6% ainda mantêm a queimada como prática de manejo do solo; 32,8% utilizam método de adubação, sendo que 78,2% são representados por fertilizantes químicos e apenas 45% declararam utilizar adubação orgânica. Em relação à região Nordeste, nota-se uma situação mais crítica, onde apenas 3% dos produtores declararam utilizar plantio direto, 21,8% declararam fazer queimada e apenas 17,6% dos produtores fazem uso de adubação (IBGE, 2009; SAMBUICHI, *et al.* 2012).

A evidência apontada anteriormente sugere que, além do desenvolvimento da pesquisa voltada à sustentabilidade agrícola, se amplie o papel dos órgãos relacionados à extensão rural, de modo a promover a difusão generalizada, por parte dos produtores, de práticas conservacionistas básicas (CAPORAL; COSTABEBER, 2004; SILVA *et al.*, 2013).

Porém, apesar dos desafios, alguns autores visualizam a agricultura familiar como segmento privilegiado para a consolidação de um novo modelo de produção alicerçado em uma ótica sustentável que concilie respeito ao meio ambiente e promoção do desenvolvimento social. Neste sentido, a agricultura familiar reúne elementos únicos e diversos da lógica de produção-reprodução da exploração agrícola moderna, tais como: menor dependência de insumos externos, diversificação de cultivos, possibilidade de integração agricultura-pecuária, menor escala de produção, integração entre trabalho e propriedade, ótica de produção centrada nos interesses familiares e não simplesmente na geração de renda líquida. Tais características podem tornar a agricultura familiar no *locus* ideal de concretização de um modelo de agricultura sustentável, desde que sejam contempladas por políticas públicas estruturadas e diferenciadas, que considerem as especificidades e as reais necessidades do

modo de produção agrícola familiar (ALMEIDA, 1998; ASSAD; ALMEIDA, 2004; BALSAN, 2001; CARMO, 1998).

Para que se avance em direção à sustentabilidade agrícola, é necessária a criação de formas de mensuração do processo, de modo a permitir identificar avanços, estrangulamentos e perspectivas de atuação. A mensuração da sustentabilidade agrícola representa relevante desafio teórico-metodológico em virtude da já mencionada amplitude conceitual da sustentabilidade. Assim sendo, apesar dos esforços de diversos organismos internacionais, instituições de pesquisa e acadêmicos, ainda não se obteve consenso sobre quais indicadores e metodologias serão utilizados para aferir a sustentabilidade agrícola tanto em escala nacional quanto local (HAYATI; RANJBAR; KARAMI, 2011).

Há que se considerar que, além das diversas dimensões, a mensuração da sustentabilidade pode se dar em diversas escalas: nacional, regional e local; e em diferentes cortes temporais, abordando tanto o estado atual como a evolução dos indicadores (HAYATI; RANJBAR; KARAMI, 2011).

Dentre as experiências internacionais, destaca-se a lista da OECD (1997) de indicadores ambientais para a agricultura, na qual são listados 39 indicadores que abordam questões como: uso adequado de nutrientes, uso adequado de pesticidas, uso de recursos hídricos, emissão de gases de efeito estufa, biodiversidade, preservação do solo, gerenciamento da propriedade, etc. Tais indicadores são destinados à comparação entre países e regiões. (OECD, 1997).

Outra abordagem de destaque é a desenvolvida pelo FESLM (*Framework for Evaluation of Sustainable Land Management*), que apresenta uma estratégia de análise da sustentabilidade a partir de cinco pilares: manutenção da produtividade, segurança (redução da produção de risco ambiental), proteção aos recursos naturais, viabilidade econômica e aceitabilidade social (DUMANSKI *et al*, 1998).

Em nível nacional, pode-se citar alguns estudos que objetivaram mensurar a sustentabilidade de produtores rurais. Alguns trabalhos partiram da abordagem tradicional de quatro dimensões básicas: econômica, social (algumas abordagens fazem uma síntese destas duas dimensões), ambiental e político-institucional, sendo que o capital social pode estar inserido na dimensão político-institucional ou constituir uma dimensão à parte (BARRETO; KHAN; LIMA, 2005; DAMASCENO; KHAN; LIMA, 2011; RABELO; LIMA, 2007).

Passos (2014) apresenta importante contribuição ao atribuir relevância à capacidade de gestão do produtor rural. A autora elaborou um índice de gestão da propriedade composto por três subíndices: gestão ambiental, gestão econômica e gestão social.

Além das dimensões econômica, social e ambiental outros estudos têm inseridos outros indicadores, sobretudo de caráter técnico-produtivo ou técnico-agronômico, relacionados principalmente ao manejo adequado do cultivo. Neste sentido, o manejo correto do solo, a aplicação adequada de defensivos agrícolas, o uso racional da fertilização química, etc. são elementos que contribuem para o uso racional dos recursos naturais e, deste modo, para a dimensão ambiental. Ademais, é necessário ressaltar que o uso adequado da tecnologia disponível representa fator condicionante da produtividade, estando relacionado também à dimensão econômica da sustentabilidade agrícola. (CRUZ *et al.*, 2008; LOPES, 2001; OLIVEIRA, 2007; SANTOS; CÂNDICO, 2013; SCHNEIDER; COSTA, 2013).

Rabelo e Lima (2007, p. 63) enfatizam que não existem indicadores de sustentabilidade definidos, pois “embora haja sugestões de indicadores que contemplem as dimensões da sustentabilidade [...] não se pode adotá-las sem que os mesmos estejam contextualizados na análise a ser realizada”. Deste modo, apesar das múltiplas facetas da sustentabilidade e da multiplicidade conceitual e metodológica na abordagem empírica do tema, ampliam-se os estudos sobre sustentabilidade em diversos contextos, permitindo não apenas o avanço da discussão sobre a direção que a sociedade está tomando em relação à sustentabilidade do desenvolvimento, como também no exercício da pesquisa se constrói e se reformula os instrumentais metodológicos da aferição deste conceito tão fluido.

No contexto desta pesquisa, que aborda a avaliação de uma política pública sobre a sustentabilidade agrícola de produtores familiares, será construído um índice de sustentabilidade que incorpore as seguintes dimensões: econômica, ambiental e aspectos tecnológicos. Detalhes sobre a construção do respectivo índice serão abordados posteriormente.

4 POLÍTICAS PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL NO ESTADO DO CEARÁ

4.1 Políticas públicas: aspectos teóricos e conceituais

A desigualdade social é uma realidade presente, de modo geral, em todos os países, a qual não se materializa apenas em péssimas condições de vida, mas também na assimetria de oportunidades entre os indivíduos e grupos sociais. A natureza da exclusão mostra-se extremamente complexa, e cujas supostas “causas” e as possíveis “soluções” apresentam-se diferentes e muitas vezes divergentes para os diversos agentes e grupos sociais. Cabe ao Estado a redução de tais desigualdades como forma de promover o amadurecimento da soberania e o desenvolvimento nacional. O desafio é atender às diversas demandas sociais de forma descentralizada para se adaptar à estrutura e às condições da realidade local, aumentando em complexidade a tarefa de propor, estabelecer, implantar e avaliar as políticas públicas (SILVA; BASSI, 2012).

As políticas públicas são atividades inerentes do Estado. O Estado pode ser compreendido como uma “organização política, administrativa e jurídica que se constitui com a existência de um povo em um território fixo e submetido a uma soberania” (SILVA; BASSI, 2012, p. 16). Na sociedade moderna, o Estado é instituição perene, estruturando-se, porém, a partir de governos que são transitórios e fazem a gestão da coisa pública. A intervenção do governo na sociedade se dá a partir de políticas públicas, isto porque somente o governo possui capacidade de universalização, coerção e regulamentação, podendo adotar medidas de caráter universal, dotadas da força coercitiva do Estado para que surtam os efeitos almejados.

Dada a importância da atuação estatal na sociedade moderna, e em virtude desta ação se dar a partir de políticas públicas, o referido campo de conhecimento tem se expandido nos últimos anos. Em uma perspectiva cronológica, a pesquisa em políticas públicas surge nos Estados Unidos, no início dos anos 1950, sob a designação de *Policy Science*; na Europa, sobretudo na Alemanha, o referido campo de pesquisa ganha força a partir dos anos 1970, com ênfase nos aspectos do processo político e no papel dos distintos atores envolvidos. Inicialmente, as políticas públicas eram consideradas quase que exclusivamente produtos do sistema político, o que justifica o fato de os pesquisadores, em um primeiro instante, se concentrarem nos *inputs*, ou seja, no processo de construção de demandas sociais e articulação de interesses. Como consequência, as pesquisas se concentraram, inicialmente,

nos processos de formação de políticas públicas, com a ênfase se dando a partir dos processos decisórios (FARIA, 2003; FREY, 2000; TREVISAN; BELLEN, 2008).

No Brasil, os estudos neste campo são recentes, caracteristicamente dispersos, com maior ênfase em duas linhas de pesquisas: a análise das estruturas ou instituições e a caracterização dos processos de negociação das políticas setoriais específicas (TREVISAN; BELLEN, 2008).

Em virtude do caráter recente da pesquisa em políticas públicas, seus aspectos conceituais e metodológicos apresentam-se ainda em construção. Assim, não há consenso entre os pesquisadores da área sobre o que sejam políticas públicas e a delimitação deste conceito enquanto objeto de estudo.

Para Heidemann (2009), políticas públicas representariam o conjunto de decisões e ações tomadas pelo governo e influenciadas pelos demais atores sociais.

Mead (1995) define política pública como um campo dentro do estudo da política que analisa o governo à luz de grandes questões públicas. Para Lynn (1980), política pública representa um conjunto de ações do governo que irão produzir efeitos específicos. Souza (2006, p. 26) conceitua política pública como

[...] o campo do conhecimento que busca, ao mesmo tempo, “colocar o governo em ação” e/ou analisar essa ação (variável independente) e, quando necessário, propor mudanças no rumo ou curso dessas ações (variável dependente). A formulação de políticas públicas constitui-se no estágio em que os governos democráticos traduzem seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações que produzirão resultados ou mudanças no mundo real.

Porém, apesar dos conceitos apresentados postularem o papel central do governo na formulação e implantação de políticas públicas, tal centralidade não representa que o governo seja o único agente que atua na elaboração de políticas públicas. Na realidade, a concepção, elaboração e implantação de políticas públicas se dá pela interação de correlação de forças conflituosas entre os diversos atores sociais, assim,

[...] críticos dessas definições, que superestimam aspectos racionais e procedimentais das políticas públicas, argumentam que elas ignoram a essência da política pública, isto é, o embate em torno de ideias e interesses. Pode-se também acrescentar que, por concentrarem o foco no papel dos governos, essas definições deixam de lado o seu aspecto conflituoso e os limites que cercam as decisões dos governos. Deixam também de fora possibilidades de cooperação que podem ocorrer entre os governos e outras instituições e grupos sociais (SOUZA, 2006, p. 25).

Neste sentido, vários atores interagem no processo de elaboração e implantação das políticas públicas, como Organizações Não Governamentais (ONGs), empresas, instituições públicas e privadas, dentre outros. Tais atores influenciam todas as fases da

política pública, desde a elaboração até a implantação, podendo ocorrer interrupções, avanços, retrocessos e reorientação em função de mudanças nas correlações de forças políticas; o que confere, portanto, um caráter dinâmico e complexo ao tema em questão (SILVA; BASSI, 2012).

Enquanto campo de conhecimento, a pesquisa em políticas públicas é marcada pela permeabilização de diversas áreas do conhecimento científico. Souza (2006) ainda ressalta que,

[...] do ponto de vista teórico-conceitual, a política pública em geral e a política social em particular são campos multidisciplinares, e seu foco está nas explicações sobre a natureza da política pública e seus processos [...] as políticas públicas repercutem na economia e nas sociedades, daí por que qualquer teoria da política pública precisa também explicar as inter-relações entre Estado, política, economia e sociedade (SOUZA, 2006, p.25).

Esta multiplicidade de atores reforça o caráter multidimensional e holístico das políticas públicas, ressaltando a perspectiva de que indivíduos, instituições, interações, ideologia, interesses e diferentes saberes são cruciais à compreensão do tema.

4.2 Políticas públicas e desenvolvimento rural: um enfoque a partir dos desafios do semiárido nordestino

4.2.1 Semiárido nordestino: da industrialização como caminho às políticas agrícolas

Abordar o tema de políticas públicas no contexto da região Nordeste remete à compreensão, ainda que superficial, da dinâmica socioeconômica e geopolítica característica do semiárido que influenciou a atuação do Estado. Deste modo, um dos aspectos importantes que influenciará a atuação do Estado no Nordeste são as condições edafoclimáticas características do semiárido nordestino. O semiárido abrange 56,46% da área, 58% dos municípios e 43% da população nordestina. Em termos climáticos, a sua principal característica é a baixa pluviosidade e a distribuição irregular do período de chuvas. Períodos de seca, nos quais a pluviosidade é significativamente menor do que a média histórica, fazem parte da história do sertão nordestino e representam a “espinha dorsal” das políticas públicas para a região (CHACON; BURSZTYN, 2005).

No início do século XX, a ocorrência de secas severas afetava drasticamente o complexo algodão-pecuária-culturas de subsistência, além dos impactos sociais, como aumento da fome e miséria de parcela significativa da população, sobretudo de pequenos

produtores rurais. Neste período, a atuação estatal adotou, como estratégias de “combate” aos efeitos da seca, ações destinadas a aproveitar melhor o potencial hídrico, como a construção de barragens, açudes e perfuração de poços. Inicialmente, tais ações foram coordenadas pelo IFOCS (Instituto Federal de Obras contra a Seca) em 1927 e, posteriormente, pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras contra a Seca) em 1945 (CARVALHO, 2014).

Bursztyn (1984) argumenta que as ações tomadas mostraram-se incapazes de promover o desenvolvimento regional, favorecendo, ao contrário, a concentração de capital e fortalecimento do poder local dos grandes proprietários de terras na medida em que grande parte das obras públicas foram executadas em médias e grandes propriedades privadas (excluindo a pequena propriedade), e o uso da mão de obra local nas “frentes de trabalho”, enquanto representavam um meio para manter o nível de renda regional, fortaleciam o poder local, pois eram as lideranças políticas locais que influenciavam quais seriam os trabalhadores a serem contratados⁶.

Por volta dos anos 1950, o debate acerca da superação do subdesenvolvimento e a questão regional nordestina alicerçaram-se na abordagem de Celso Furtado, que enxergava nas relações entre as regiões Nordeste e Centro-Sul uma configuração análoga de uma relação “Centro-Periferia”. O diagnóstico apontado pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), ao mesmo tempo em que negava a seca como causa principal do subdesenvolvimento do Nordeste, postulava que este era oriundo de uma formação histórico-estrutural e que somente poderia ser superado por transformações estruturais. Assim, as causas do subdesenvolvimento estariam relacionadas a três fatores principais. Em primeiro lugar, situa-se a manutenção de uma estrutura agrária arcaica e dual, marcada pela não internalização do excedente, com relações mercantis para fora, relações de trabalho não capitalistas (não assalariadas) e atividades voltadas para a subsistência (exercida sobretudo por agricultores familiares não proprietários de terras). Em segundo lugar, o padrão de consumo cosmopolita das elites era incompatível com o padrão de renda regional, fazendo com que o excedente fosse consumido (com produtos de outros países ou regiões), impedindo a formação de uma poupança interna, mantendo, conseqüentemente, baixo o nível de inversão privado.

⁶ Bursztyn (1984) cita, além do fortalecimento político, o fortalecimento financeiro das elites locais com recursos federais, pois eram comuns denúncias de corrupção nas “frentes de emergência” motivadas pelos frágeis controles sobre o pagamento da mão de obra, que ficavam a cargo do proprietário de terras, facilitando a existência de “trabalhadores fantasmas”, ou o pagamento ao trabalhador de salário menor do que o transferido pelo poder público, abrindo a possibilidade para o proprietário das terras reter a diferença.

O terceiro elemento é que, de forma semelhante à análise Centro-Periferia cepalina, as relações Nordeste/Centro-Sul tinham um duplo efeito de transferência de renda da primeira para a segunda. Em primeiro lugar, porque o consumo de bens industrializados por parte da população nordestina, enquanto impulsionava a demanda, o desenvolvimento industrial e o crescimento da região Centro-Sul, apresentava, no longo prazo, os mesmos efeitos da deterioração dos termos de troca identificados pela CEPAL para a América Latina⁷. Em segundo lugar, os superávits comerciais oriundos das exportações dos produtos primários do Nordeste geravam divisas que impulsionavam a industrialização no Sudeste, produzindo um processo de acúmulo de capital, poupança e investimento que impulsionaram a modernização nas áreas mais industrializadas, o que, somado a medidas protecionistas à industrialização pelo Estado desde a década de 1930, teve por efeito a criação de um diferencial de produtividade industrial entre as duas regiões, resultando na falência da nascente indústria nordestina (CEPAL, 1949; DINIZ, 2009; GTDN, 1967).

Deste modo, consolida-se, no final dos anos 1960, a ideologia da industrialização como via necessária para a superação das desigualdades regionais. A partir da atuação da SUDENE, projetos de maior vulto ganham força, dos quais se destacam a Companhia do Vale do São Francisco (CVSF), que implantaria no semiárido o principal projeto de fruticultura irrigada da região, e a Chesf (Companhia Hidroelétrica do São Francisco), destinada a aproveitar o potencial hídrico para a geração de energia para as grandes capitais e o setor industrial (CARVALHO, 2014). Portanto, consolida-se um processo de industrialização alicerçado em investimentos públicos em infraestrutura, investimento privado impulsionado por incentivos fiscais e mecanismos de transferência de poupança para a região, cujos recursos comporiam fundos públicos a serem geridos pela SUDENE e cujos financiamentos seriam operados via Banco do Nordeste (DINIZ, 2009).

Há que se considerar, todavia, que as recomendações do GTDN foram adotadas a medida que não se chocavam com os interesses da burguesia nordestina e centro-sul, sobretudo, em relação à manutenção da estrutura agrária. Neste sentido, ao passo que o relatório postulava como diretriz a necessidade de transformação da agricultura da faixa úmida e do semiárido, o que implicaria em amplo processo de reforma agrária, tal orientação

⁷ A Teoria da Deterioração dos Termos de Troca explica que, para economias cuja base produtiva se assente no setor primário, o progresso tecnológico, neste segmento tende historicamente a provocar queda no preço das *commodities* agrícolas (em virtude destes mercados se aproximarem de concorrência perfeita). Porém, nas economias industrializadas, em virtude de uma estrutura de mercado oligopolizada, a tendência à queda de preços é significativamente menor. Assim, no longo prazo, ocorre uma deterioração dos termos de intercâmbio que implicaria na transferência de renda da região menos industrializada para a mais industrializada (CEPAL, 1949).

não encontraria nos governos militares o apoio político necessário, que, alicerçado nas alianças entre governo federal e poder político local, reprime a maioria das reformas que poderiam alterar significativamente a estrutura econômica e social regional (DINIZ, 2009).

A partir da atuação da SUDENE, o processo de industrialização promoveu uma significativa expansão e alteração da estrutura produtiva regional. No período compreendido entre 1960-1990, a região Nordeste experimentou taxas de crescimento econômico mais elevadas e a expansão de numerosas atividades, mantendo, de modo geral, como ressalta Guimarães Neto (2004), um caráter fortemente complementar em relação à economia brasileira, acompanhando, de forma pró-cíclica o desempenho da economia nacional (CARVALHO, 2014; GUIMARÃES NETO, 2004). Neste espaço de três décadas, as transformações na estrutura econômica foram significativas; em 1960, a participação do setor primário no PIB, que era de 41%, reduziu para 14,4%, e a participação do setor industrial, que era de 12% em 1960, elevou-se para 28% em 1990, enquanto o setor de serviços elevou sua participação de 47% para 57,4%, aproximando-se assim, o Nordeste, de uma estrutura econômica similar a regiões mais industrializadas (ALMEIDA; ARAÚJO, 2004; CARVALHO, 2014).

No bojo das transformações estruturais dos anos 1960 a 1980, as políticas agrícolas caracterizaram-se pela atuação centralizada do governo federal, tendo como objetivo a inserção do setor agrícola à nova dinâmica capitalista nacional, assumindo novos papéis: produtor de alimentos para uma sociedade em acelerado processo de urbanização e industrialização; integração ao Complexo Agroindustrial (CAI) como produtor de matérias-primas; geração de divisas para a viabilização do processo de substituição de importações. Estas novas funções irão impor a necessidade de romper a baixa produtividade característica da produção agrícola. Para tanto, foi adotado um conjunto de ações, como crédito rural, garantia de preços mínimos, seguro agrícola, pesquisa agropecuária, assistência técnica e extensão rural, incentivos fiscais às exportações, subsídios, expansão da fronteira agrícola e o desenvolvimento de infraestrutura (GRISA, 2012; DELGADO, 2005).

Conforme assinala Alves e Paulo (2014, p.72):

As inovações tecnológicas, características dessa fase, trouxeram consigo um conjunto de transformações que foram além da mecanização, através da incorporação de inovações biológicas que favoreceram o desenvolvimento genético de novas culturas agrícolas. Essas transformações se refletiram nos significativos ganhos de produtividade da cadeia agroalimentar.

Conforme abordado anteriormente, a atuação estatal favoreceu um processo de modernização conservador, assimétrico e excludente. Conservador porque não alterou a

estrutura fundiária vigente no país. Foi assimétrico ao privilegiar as médias e grandes propriedades das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e os produtos destinados à exportação ou a agroindústria. Foi excludente porque as inovações tecnológicas do período, poupadoras de mão de obra e intensivas em capital, o volume de investimento necessário e a oferta desigual de crédito rural promoveram um processo de modernização dependente de ganhos de escala, favorecendo a média e a grande propriedade, em detrimento do pequeno produtor familiar (BALSAN, 2006; DAVID; CORREIA, 2002; DELGADO, 2001).

Nos anos 1980 e 1990, a crise fiscal do Estado, representada pela incapacidade de formulação de políticas de desenvolvimento setoriais, impactou o crescimento do setor industrial, que perdeu a capacidade de absorver o excedente de mão de obra liberado pelo processo de modernização agrícola. Paralelamente, os produtores agrícolas foram fortemente afetados pela conjuntura macroeconômica da década. Dentre os fatores que mais afetaram o setor agrícola, destacam-se (ALVES; PAULO, 2014; GRISA; SCHNEIDER, 2014):

- a) o desmonte do modelo de intervenção do Estado no setor agrícola prevalente até a década anterior, implicando numa redução significativa dos recursos destinados às políticas agrícolas e extinção da política de formação de estoques reguladores;
- b) forte redução do crédito agrícola e alta da taxa de juros que limitaram a continuidade de investimento do setor;
- c) o avanço do processo de globalização e a criação do Mercosul, que reduziram os subsídios agrícolas e as tarifas de importação, provocando queda generalizada do preço das *commodities* agrícolas e do setor frutícola (onde a agricultura familiar possui expressiva participação);
- d) a valorização cambial decorrente do plano real também colaborou para o aumento da importação e redução das exportações do setor agrícola. Tais medidas impactariam fortemente as condições de reprodução social e econômica do setor agrícola, sobretudo da agricultura familiar.

Assim, ao final do século XX, tem-se um quadro que aponta para fortes desequilíbrios causados pelo modelo de desenvolvimento adotado. Em primeiro lugar, o processo de industrialização mostrou-se como “mito”, não logrando promover o desenvolvimento social do país. Apesar do crescimento econômico do período, os índices de pobreza manter-se-ão elevados, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste (BUAINAIN; GARCIA, 2013; CEARÁ, 2012a). Em segundo lugar, a modernização agrícola irá introduzir uma série de desequilíbrios no campo (concentração fundiária, aumento da sazonalidade do

emprego agrícola, instabilidade do emprego rural, empobrecimento do agricultor familiar) com expressivos rebatimentos no êxodo rural e explosão demográfica dos grandes centros urbanos (ARRUZO, 2009; BALSAN, 2006; CARVALHO, 2014; DAVID; CORRÊA, 2002). Em terceiro lugar, a inserção comercial do país num mundo globalizado irá produzir fortes desequilíbrios tanto regionais quanto setoriais, principalmente no setor agrícola nordestino (ALVES; PAULO, 2014; CEARÁ, 2008; GRISA; SCHNEIDER, 2014; MENDONÇA *et al.*, 2010).

4.2.2 Panorama das políticas agrícolas de apoio à agricultura familiar

A presente seção propõe traçar um panorama das políticas públicas destinadas ao setor agrícola, e sobretudo à agricultura familiar, tendo como pano de fundo os desafios do semiárido, de modo a se compreender como o Projeto Hora de Plantar se insere como uma ação articulada às outras estratégias de desenvolvimento do meio rural cearense.

A partir dos desequilíbrios socioeconômicos e setoriais apresentados anteriormente, já no final do século XX, fortes questionamentos são feitos à forma de intervenção estatal e sua eficiência na promoção do bem-estar social. Em primeiro lugar, o período é marcado pelo crescimento das demandas sociais reprimidas no regime autoritário, tendo como marco legal a Constituição Federal de 1988, que reconheceu direitos civis e aumentou a responsabilidade estatal na promoção do bem-estar social, como decorrência, diversos atores sociais (sindicatos, ONGs, organizações setoriais, intelectuais) irão pressionar por uma nova forma de atuação do Estado, e isto ganha força sobretudo pela mobilização do setor agrário ligado às classes populares (Movimento dos Trabalhadores Sem Terra – MST, Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura – CONTAG, Conselho Nacional dos Seringueiros, etc.), que, apesar de objetivos e com ênfases distintas, irão denunciar as precárias condições de reprodução social dos pequenos produtores e retomar bandeiras históricas de luta, como a reforma agrária, o apoio à agricultura familiar e a ampliação dos direitos do trabalhador rural. (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

Em segundo lugar, a necessidade de racionalização dos recursos públicos, motivada pela forte crise fiscal da década, impôs a adoção de mecanismos democráticos de planejamento e gestão de projetos e corresponsabilidade na execução e gestão pública (DELGADO; BONNAL; LEITE, 2007). Destaca-se, ainda, a emergência do conceito de governança, “a qual pode ser entendida como o processo de coordenação de atores, grupos sociais e instituições visando concretizar objetivos definidos e discutidos coletivamente”

(PINHEIRO; ALVES; RODRIGUES, 2014, p. 339). Nesta perspectiva, sinaliza-se a criação de uma rede de instituições com a finalidade de integrar os agentes locais (sociedade civil, ONGs, representantes políticos, empresários, sindicatos, etc.) à gestão pública, o que possibilitou uma maior intervenção dos atores sociais, viabilizada através dos conselhos gestores de políticas setoriais e das políticas gerais de desenvolvimento nas diversas esferas públicas (BONNAL; MALUF, 2009; MATTEI, 2014).

A partir do último decênio do século XX, a ascensão política do discurso ambiental representa outro elemento que se soma ao processo de reorientação das políticas públicas no contexto brasileiro. Deste modo, torna-se “quase” obrigatória a incorporação no planejamento, nos planos e projetos públicos de ações que fortaleçam a sustentabilidade. É importante frisar que este processo recente de “ambientalização das políticas públicas” não representa de todo uma completa inovação, à medida em que já se praticava, num sentido amplo, o que hoje seria nomeado de “gestão ambiental”, porém o incremento das últimas décadas é o surgimento de um instrumental institucional próprio para tratar da questão ambiental, com a criação de agências, leis, políticas, planos, etc., promovendo a capilarização do tema para diferentes níveis governamentais e sociedade civil, e um dos setores onde isto ocorre claramente é o meio rural (BURSZTYN; BURSZTYN, 2010).

Em relação ao semiárido nordestino, tais ações revestem-se de feições próprias, modificando a atuação do Estado no enfrentamento dos problemas sociais ligados à questão ambiental, assim:

No momento que o conceito de desenvolvimento sustentável se fortifica e se insere cada vez mais no discurso político no Brasil, no que se refere ao Nordeste, a seca passa a ser tratada paulatinamente como um problema ecológico, mudando o enfoque secular das políticas públicas que viam a seca como uma calamidade natural sem solução. O discurso político fala agora de *convivência com a seca*, e não mais de *combate à seca*, preconizando a necessidade de gestão dos recursos hídricos para a promoção do desenvolvimento sustentável, e a diminuição da fome e da miséria no Sertão. Parece um pequeno detalhe, mas representa grande diferença. É um deslocamento paradigmático, da ótica da negação das características ecológicas da região, para um enfoque de aceitação. Isso é básico para uma efetiva “convivência” do homem com o seu meio ambiente (CHACON; BURSZTYN, 2005, p.2, grifo do autor).

Esta nova ótica implicou uma mudança de prioridade, concentrando esforços para a promoção da equidade social por meio de políticas voltadas para educação e saúde combinadas com estratégias para o aumento de renda dos estratos mais pobres. Assim, se consolidam juntamente aos programas de crescimento de pequenos e médios estabelecimentos urbanos e à economia informal, outros vinculados à pequena propriedade rural, objetivando a

criação de tecido social mais dinâmico com maior potencialidade para o enfrentamento dos períodos de estiagem prolongada (CARVALHO, 2014).

Nesta nova ótica de “convivência com a seca”, a nova política hídrica para a região deixou de concentrar investimentos em obras de captação e armazenamento de água, para a expansão da oferta de água urbana (através de adutoras e sistemas de abastecimento) e rural, que, apesar da continuidade dos perímetros irrigados, trouxe a possibilidade de acesso à água por parte de agricultores familiares.

No contexto das mudanças institucionais mencionadas anteriormente, que se refletem numa nova relação entre Estado e sociedade, ganham força, advindos da maior participação dos atores sociais, o tema da pobreza e a promoção do desenvolvimento rural. Neste sentido, as políticas públicas referentes ao meio rural, notadamente as voltadas para a agricultura familiar, ganham visibilidade na agenda governamental⁸ (GRISA; SCHNEIDER, 2014; MATTEI, 2014). Importante marco institucional foi a criação do PRONAF (Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar) em 1995, abrindo a possibilidade de criação de novas políticas para este segmento, representando o reconhecimento político da agricultura familiar como categoria social (GRISA; SCHNEIDER, 2014; MAHONEY, 2001). Tais políticas foram ampliada, sobretudo a partir do Governo Lula (2003-2010), como reflexo do avanço das ações de combate à fome e à miséria (MATTEI, 2014).

O estudo de OPPA (2011) evidencia que a expressiva redução da pobreza rural nos últimos anos esteve relacionada a três fenômenos ligados à intervenção governamental. Em primeiro lugar, o aumento significativo do emprego e crescimento econômico até a crise internacional de 2008, que, juntamente com a política contínua de aumento do salário mínimo, representou aumento de renda e de demanda interna, sobretudo na base da pirâmide social, impactando significativamente a economia dos pequenos municípios rurais. Em segundo lugar, a criação de uma ampla rede de proteção social, com destaques para os programas Bolsa Família e Previdência Social Rural, que contribuíram para a redução da oscilação da renda característica da atividade agrícola, representando para milhões de famílias a manutenção de patamares mínimos de consumo, sobretudo das regiões Norte e Nordeste (RODRIGUES; ALVES; PAULO, 2012). Em terceiro lugar, a implementação de políticas públicas diferenciadas para o setor rural, cujo marco legal foi a “Lei da Agricultura Familiar”, (Lei n. 11.326/2006) que estabeleceu as diretrizes para a formulação de uma política nacional

⁸ Além da mobilização sindicalista rural, foram importantes a mudança paradigmática nos estudos rurais, que passaram a destacar a importância da agricultura familiar nos países desenvolvidos, e o interesse do governo federal em manter a ordem social no campo (LAMARCHE, 1999; SCHNEIDER, 2003; GRISA; SCHNEIDER, 2014)

de apoio à agricultura familiar e ampliou o escopo de beneficiários das políticas públicas ao equiparar os pequenos pescadores, silvicultores, quilombolas e indígenas ao agricultor familiar (BRASIL, 2006; CEARÁ, 2012a).

Dentre as ações federais para o desenvolvimento da agricultura familiar, destacam-se: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), os Planos Safra da Agricultura Familiar e o Programa Nacional de Reforma Agrária. O PRONAF representa o principal canal de crédito de custeio e investimento para a agricultura familiar, marcado pelo crescimento constante de recursos e do público beneficiado. No período 2003 a 2010, os recursos do PRONAF saltaram de 2,4 bilhões para 16 bilhões e o número de contratos de 890 mil para 2 milhões por ano (BRASIL, 2010a; GAZOLLA; SCHNEIDER, 2013; MATTEI, 2014)

Além das medidas acima, destacam-se também ações de apoio à produtividade através da transferência de tecnologia para o produtor familiar. Neste sentido, o governo federal investiu e reestruturou o Sistema Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), que passou a incorporar novos princípios de promoção do desenvolvimento rural sustentável, além de investimentos na reestruturação das agências estaduais de assistência técnica (contração e capacitação de pessoal e investimentos em infraestrutura), que passaram a atuar em parceria com os programas federais, além do apoio à implantação das políticas agrícolas estaduais (MATTEI, 2014).

Grisa e Schneider (2014) apresentam importante tipologia das políticas públicas para a agricultura familiar. Para os referidos autores, a partir do final da década de 1990, tais políticas poderiam ser classificadas em três categorias, marcadas pela inter-relação entre elas, sem apresentarem uma distinção temporal definida. As políticas de primeira geração surgem na metade dos anos 1990, a partir de um referencial agrícola (como crédito rural, seguro de produção, e preços mínimos) e agrário (políticas de assentamento de reforma agrária), tendo por objetivo a inclusão produtiva, exigindo do Estado e da sociedade um olhar mais atento para a agricultura familiar e sua importância para o desenvolvimento nacional e regional. Como principais programas desta fase, pode-se citar: PRONAF, SEAF (seguro da agricultura familiar), Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar (PGPAF), Serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) e ampliação dos assentamentos de reforma agrária. As políticas de segunda geração surgem a partir de 1997, marcadas por um referencial social e assistencial, sobretudo com a inclusão de programas como Garantia Safra, PNHR (Programa Nacional de Habitação Rural) e Bolsa Família, que exerceram forte impacto para a redução da pobreza rural. Por fim, as políticas de terceira geração foram gestadas a partir de

2003, tendo por referencial a orientação para a abertura de mercado aos produtos da agricultura familiar, para a segurança alimentar e a sustentabilidade, com destaque para o PAA e o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar), que contribuíram para o deslocamento de parte importante do orçamento público para compra de alimentos vinculados à agricultura familiar. Outras ações concentraram-se no fortalecimento da agricultura familiar com agroindústria e programas de certificação social e ambiental objetivando abrir principalmente o mercado internacional ao pequeno produtor familiar.

No processo recente de reorientação das políticas públicas no Brasil, sobretudo as voltadas para o meio rural, cabe destaque a revalorização do conceito de espaço, que passa a ser compreendido como dinâmico, socialmente construído e historicamente determinado. Deste modo, ganha importância para a formulação de políticas públicas o conceito de território, que passa a ser valorizado a partir da

[...] percepção dos limites das políticas universalizantes que desconsideravam os aspectos sociais, políticos, culturais e institucionais do desenvolvimento, e a difusão de experiências de desenvolvimento local, cujo êxito não pode ser atribuído unicamente aos recursos disponíveis [...], mas às peculiaridades das relações sociais locais (ALVES; RODRIGUES; PINHEIRO, 2014, p. 338)

Porém, inicialmente, a valorização do espaço local visando à descentralização das políticas públicas e superação da concepção dominante da atuação setorial do Estado identificava o “local” como o município, não conferindo centralidade ao aspecto territorial, como assinalam Delgado, Bonnal e Leite (2007, p.7):

No caso brasileiro, a territorialização da governança ligada ao processo de descentralização e desconcentração administrativa considerou o município como o seu “local” por excelência e, [...], produziu uma proliferação concomitante, nos municípios, tanto de espaços públicos de participação como de políticas públicas fragmentadas.

O questionamento sobre a eficácia da política pública tendo o município como palco de execução fortaleceu uma nova ótica de atuação da esfera pública “que pense o território de forma totalizadora, rompendo uma dicotomia entre o urbano e o rural e não se restringindo à delimitação espacial imposta pelos municípios” (TORRENS, 2007). Deste modo, o desenvolvimento assume uma nova dimensão, deixando de ser o resultado de uma ação verticalizada do poder estatal, para a afirmação de condições para que os agentes locais se “mobilizem em torno de uma visão de futuro, de um diagnóstico de suas potencialidades e constrangimentos e dos meios para perseguir um projeto próprio de desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2005, p.8).

Em nível federal, o processo de territorialização do espaço rural brasileiro vem ganhando destaque como tema relevante desde 2003, ano em que foi criado pelo Governo Federal o Programa de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais – PRONAT. O programa iniciou com 60 territórios rurais e, atualmente, conta com 164 territórios de identidade integrantes do PRONAT. Outra iniciativa federal que veio reforçar a ótica territorial do planejamento é o Programa Territórios da Cidadania (PTC) e que, em 2008, teve início com 60 territórios. Atualmente, este número foi aplicado para 120 territórios, sendo 58 no Nordeste e 6 no Ceará (CEARÁ, 2012a).

A abordagem territorial vem sendo fundamental para a construção de projetos de desenvolvimento rural mais adequados às demandas, potencialidades e cultura locais, ressalta-se que tais iniciativas têm promovido a valorização dos espaços agrários, notadamente nos pequenos municípios rurais⁹, que representam 80% dos municípios brasileiros. Neste contexto, destaca-se a realização da I Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário “Por um Brasil Rural com Gente – Sustentabilidade, Inclusão, Diversidade, Igualdade e Solidariedade” – I CNDRSS, em 2008, debatida com mais de 30 mil lideranças dos territórios apoiados, o que colaborou para a afirmação da “importância do rural como espaço essencial para o desenvolvimento com sustentabilidade e inclusão social” e contribuiu para a elaboração do documento sobre a Política de Desenvolvimento do Brasil Rural (PDBR) em 2010 (CEARÁ, 2012a, p. 41).

Atualmente, a partir das iniciativas a nível federal, a abordagem territorial fundamenta-se em quatro áreas de resultados (CEARÁ, 2012a; MATTEI, 2014):

- a) o fortalecimento da gestão social;
- b) o fortalecimento das redes sociais de cooperação;
- c) a dinamização econômica dos territórios rurais;
- d) articulação de políticas públicas.

Como instrumentos para o alcance destes resultados estratégicos, os territórios contam com os Planos Territoriais de Desenvolvimento Rural Sustentável – PTDRS e os Colegiados de Desenvolvimento Territorial – CODETER.

Deste modo, a abordagem territorial assume o papel de enfoque central das ações de planejamento ao influenciar a elaboração da Política Nacional de Desenvolvimento do

⁹ São considerados municípios rurais aqueles com população inferior a 50 mil habitantes e densidade demográfica inferior a 80 hab/km², conforme critérios definidos pela I CNDRSS – Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário.

Brasil Rural (PDBR), orientando as ações do Estado e valorizando seu papel de indutor do desenvolvimento das áreas rurais (BRASIL, 2010b; CEARÁ, 2012a; MATTEI, 2014).

4.2.3 Ceará: desenvolvimento rural, políticas públicas e agricultura familiar

O desenvolvimento econômico do estado do Ceará esteve, até o final da década de 1960, atrelado ao dinamismo do setor agrário, alicerçado no complexo pecuária, algodão e culturas complementares (economia canavieira e atividades extrativas). O sertão apresentava-se como polo dinâmico da época, caracterizado sobretudo por uma estrutura agrária que reproduzia a polaridade latifúndio/minifúndio herdada do período colonial, com elevada concentração de renda e riqueza (CEARÁ, 2008).

As políticas de industrialização e grandes obras de infraestrutura executadas sobretudo nas regiões Sul-Sudeste e Amazônia, juntamente com um processo de modernização que não beneficiou o pequeno produtor familiar, promoveu um forte processo de migração campo-cidade¹⁰. No caso do Ceará, além da concentração urbana em Fortaleza, o maior fluxo populacional, sobretudo de mão de obra masculina, dirigiu-se para as regiões em acelerado processo de crescimento. Em nível estadual, a política nacional de apoio à industrialização e formação do complexo agroindustrial irá redirecionar, através dos PDRI (Projetos de Desenvolvimento Rural Integrados), os investimentos para os perímetros irrigados e regiões mais úmidas, com destaque para a implantação da cajucultura e dos polos de produção de hortaliças (CEARÁ, 2008).

Em decorrência disto:

O complexo econômico agropecuário e agroindustrial do sertão entra em profunda crise, em decorrência da desestruturação das relações sociais de produção e do esgotamento da base técnica da produção algodoeira, da qual a “praga do bicudo” configura-se como um tiro de misericórdia (CEARÁ 2008, p.9)

A década de 1980 foi marcada pela forte crise fiscal do Estado, que promoveu uma reformulação em sua forma de atuação com a contenção dos gastos públicos, redução da atuação produtiva do Estado com as privatizações e abertura ao setor externo (ELIAS, 2003). É importante assinalar que, a nível estadual, as alterações no cenário político do final da década de 1980, representadas pelo “Governo das Mudanças” (1986-2002), representaram

¹⁰ O processo de modernização ao reduzir a demanda por mão de obra em virtude do aumento da sazonalização do emprego agrícola, aumentando a parcela de trabalhadores temporários, aliado a uma estrutura fundiária onde boa parte dos trabalhadores não possui acesso à terra. Isto configura um cenário de expulsão de mão de obra para as cidades (ELIAS, 2003).

forte inflexão na condução da estratégia de crescimento econômico estadual, marcada pelo uso intensivo de incentivos fiscais para a atração de investimentos nos setores industrial e de serviços e programas modestos de promoção do desenvolvimento do meio rural (ALVES; PAULO, 2014). Como resultado, tem-se um processo de crescimento assimétrico espacialmente, com a concentração de investimentos em infraestrutura e da atividade econômica na Região Metropolitana de Fortaleza e no litoral (CARVALHO, 2014). Em termos setoriais, o resultado será a perda significativa de participação do setor agropecuário no Produto Interno Bruto estadual, que cai de 15,3% em 1985 para 6,1% em 2002, enquanto os setores industriais e de serviços, aumentam suas participações 34% e 50,7%, respectivamente, para 36,8% e 57,2% no mesmo período.

Neste contexto, a perda relativa de importância do setor agrícola será marcada por uma reorientação do apoio estatal, com privilégio para o agronegócio, centrada na agropecuária intensiva em capital e tecnologia nas áreas irrigáveis. Difundem-se instrumentos para regular os incentivos e novas parcerias entre o Estado e o setor privado, e busca de tecnologias para ampliação de produtividade e competitividade, através de sistemas técnicos (de irrigação, eletrificação, transportes, pesquisa tecnológica, entre outras) voltados para dotar o espaço agrário de infraestrutura para as empresas do agronegócio (principalmente as do setor frutícolas) (ELIAS, 2003). Como resultado da atuação do governo estadual, os problemas inerentes à “crise econômica da agricultura de sequeiro, notadamente nas áreas de sertão e em especial aquela desenvolvida pelo grande contingente dos agricultores familiares não foi enfrentada de maneira resoluta” (CEARÁ, 2008, p. 10). Deste modo, as mudanças no setor agropecuário assumem

[...] feições de modernização conservadora, uma vez que se processa de forma socialmente excludente e espacialmente concentrada, induzida através de pesados custos sociais, e só vinga com amplo amparo do Estado, mantendo intocáveis algumas estruturas sociais, territoriais e políticas incompatíveis com os fundamentos do crescimento econômico com equidade social e espacial, acentuando as históricas desigualdades sociais e fundiárias cearenses (ELIAS, 2003, p.63).

Assim, em função de políticas públicas que em grande medida direcionaram-se para setores mais dinâmicos e articulados ao grande capital, o setor agrícola do estado será caracterizado, notadamente no semiárido, por “uma estrutura fundiária altamente concentrada, uma base técnica rudimentar e uma oligarquia agrária conservadora” (ELIAS, 2003, p. XX).

Para Mendonça *et al.* (2010, p. 523), ao discutir as causas da pobreza rural, enfatizam que:

[...] a concentração de terra produz uma estrutura produtiva baseada na produção em larga escala, cuja sobrevivência, ocorre devido às políticas de proteção, ao bloqueio imposto pela própria desigualdade e pobreza e ao crescimento do setor familiar que poderia ameaçar a produção em larga escala.

Em relação à estrutura fundiária, no Ceará, apresenta-se altamente concentrada, a despeito das ações de criação de assentamentos rurais federais e estaduais, 20,2% dos estabelecimentos agropecuários possuem menos de 1 hectare, os quais representam apenas 0,4% da área total. Ao se ampliar o estrato, verifica-se que 60,2% dos estabelecimentos têm menos de 5 hectares, o correspondente a apenas 4,4% da área total, comprometendo para essas famílias a sobrevivência exclusivamente a partir da propriedade rural. Outro agravante é o elevado percentual de trabalhadores que não possuem área disponível para desenvolver qualquer atividade agrícola (10,4%). Por outro lado, os produtores com mais de 330 hectares representam 4,7% do total de estabelecimentos, os quais concentram 30% da área total, e 0,5% dos produtores tem área média de 1.240 hectares, o que equivale a 8% da área agrícola estadual (CEARÁ, 2012a)¹¹.

Porém, há que se questionar que os poucos avanços ocorridos na estrutura fundiária, em nível estadual, ao invés de representarem o enfrentamento político do tema (como a criação de mecanismos legais de desapropriação), propiciaram o surgimento de novos desequilíbrios ao promover a valorização imobiliária, isto porque se deu a partir de compras de terras pelo poder público, que, posteriormente, serão repassadas aos colonos mediante pagamento. No entender de Elias (2003, p.65),

[...] este modelo de reforma agrária de mercado, apoiada pelo Banco Mundial, acirra-se a retórica sobre a reforma agrária como programa de combate à pobreza no campo. Mas o resultado tem sido o reforço da especulação fundiária e imobiliária, com a intensificação do mercado de terras, aumentando o seu preço, uma vez que o mecanismo de desapropriação é substituído pelo mecanismo da compra de terra.

O censo agropecuário de 2006 foi importante ao permitir a compreensão mais ampla da agricultura familiar e sua importância econômica na produção de alimentos, geração de emprego e renda no interior. Em nível estadual, a importância da agricultura familiar revela sua face ao se perceber que os estabelecimentos com menos de 5,0 hectares respondem por 53,4% do pessoal ocupado na agricultura, enquanto aqueles com mais de 100,0 hectares representam apenas 8,0% do pessoal ocupado total nos estabelecimentos, o que revela a falácia da importância social do agronegócio intensivo em capital para a geração de emprego

¹¹ Apesar de insuficientes para promover uma “reforma agrária ampla”, ações federais e estaduais neste sentido já mostram os primeiros resultados, pois os assentamentos estaduais e federais já equivalem a 13,9% da área agrícola (Ceará, 2012a).

e renda. Apesar de pequenos, os agricultores familiares agregam 89,6% dos estabelecimentos e ocupam somente 44,1% da área, além de responderem por 89,3% do total produzido no Estado nas culturas de milho, feijão e arroz somados e da maior parte da mandioca. Na pecuária, a agricultura familiar responde por 86,0% dos estabelecimentos com bovinocultura e 55% do rebanho, percentuais próximos ao verificado na produção de leite bovino. Em relação ao rebanho caprino, este segmento é responsável por 73,8% da produção leiteira. Ademais, a agricultura familiar detém 80,7% do rebanho suíno estadual (CEARÁ, 2012b). A partir da importância econômica para o Estado, o apoio à produção familiar consta não apenas de políticas públicas a cargo da SDA (Secretaria de Desenvolvimento Agrário), mas também das ações do Plano Estadual de Segurança Alimentar e Nutricional do Estado do Ceará – PLANSAN/CE, com vigência até 2015, o que reforça o conjunto de políticas públicas (federais e estaduais) de redução da pobreza, sobretudo a pobreza rural (CEARÁ, 2012a, 2012b).

Além dos desafios do enfrentamento da pobreza rural no estado do Ceará, o discurso ecológico incorpora-se aos planos de desenvolvimento rural a partir de 1995, quando o adjetivo “sustentável” passa a compor de maneira mais explícita as ações de política agrária (PEREIRA, F., 2010). A questão principal do discurso passa a ser o uso racional dos recursos produtivos, notadamente água, e a necessidade de incentivar ações produtivas marcadas pela “convivência com o semiárido”. No que se refere ao direcionamento dos objetivos dos diferentes Planos de Desenvolvimento Rural Sustentado, apesar da existência de certa diferença nas ações estaduais de política agrária entre os diversos governos, percebe-se a continuidade de certas ações. De modo geral, os eixos norteadores da política agrária estadual irão se concentrar na manutenção de ações de apoio à irrigação e formação de polos agroindustriais, desenvolvimento da agricultura de sequeiro, fortalecimento da pecuária, pesca e, sobretudo, aquicultura. Destaque para as ações de transferência de tecnologia ao pequeno produtor, por exemplo: desenvolvimento de novas variedades de milho, feijão, palma forrageira e outras culturas mais resistentes à seca, etc.; incentivo ao crescimento e melhoria genética do rebanho ovino e caprino, melhor adaptados às condições do semiárido; aproveitamento econômico de plantas nativas e à utilização do potencial hídrico de açudes para o sustento de pequenas comunidades através de projetos de aquicultura (PEREIRA, F., 2010).

No Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário (2012-2015), o planejamento estatal se deu a partir de “processos estruturantes”. Na realidade, tais processos já haviam sido determinados no PDRSS (2008-2011) e continuaram em virtude de ambos

terem sido elaborados durante o governo “Cid Gomes” (2006-2014), não havendo mudanças metodológicas significativas, tais processos seriam (CEARÁ, 2012a):

- a) Territorialização do espaço rural – baseado no conceito de “Territórios de Identidade” o espaço rural cearense foi dividido em 13 territórios. Deste conjunto, 7 (sete) são coordenados pelo Governo Federal, sendo 6 (seis) inseridos no Programa Territórios da Cidadania - PTC (1 – Inhamuns, Crateús, 2 - Sertão Central, 3 - Vales do Curú e Aracatiagu, 4 - Sertões de Canindé, 5 - Cariri e 6 - Sobral) e 1 (um) é integrante do PRONAT (7 - Maciço de Baturité). Os demais contam com apoio direto da SDA (Secretaria de Desenvolvimento Agrário) em parceria com o Governo Federal (8 - Litoral Extremo Oeste, 9 - Metropolitano/José de Alencar, 10 -Centro Sul e Vale do Salgado, 11 - Chapada da Ibiapaba, 12 - Litoral Leste e 13 - Vale do Jaguaribe.
- b) Descentralização do Sistema Estadual de Agricultura – tendo como instituições vinculadas: EMATERCE, IDACE, CEASA, ADAGRI e Instituto Agropolos, o objetivo e a integração das secretarias municipais ao planejamento estadual com foco no planejamento participativo.
- c) Redefinição e aprimoramento do marco legal e regulatório – o objetivo é a instituição de instrumentos e legislação para o apoio à agricultura familiar, focando-se nas seguintes medidas: i) extinção do Fundo de Desenvolvimento do Agronegócio (FDA), com a concomitante criação do Fundo Estadual de Desenvolvimento da Agricultura Familiar (FEDAF); ii) criação da Lei de Regulamentação e Certificação dos Produtos da Agricultura Familiar e iii) Lei de Tratamento Tributário Diferenciado da Agricultura Familiar.
- d) estratégias operacionais para a transição agroecológica e o fortalecimento da socioeconomia solidária no campo – constavam no PDRSS (2008-2011), mas, segundo Ceará (2012a), as principais ações não avançaram significativamente, tendo sido definidas no atual PDRSS as seguintes atividades na categoria “Proposta de Ação Prioritária e Inovadora” (PAPI): Capacitação em Gestão de Projetos Associativos, Irrigação na Minha Propriedade e Práticas Agrícolas de Convivência com o Semiárido Cearense para o Público do Garantia Safra.

Em relação à agricultura familiar, o atual PDRSS executa, através da CODAF (Coordenadoria do Desenvolvimento da Agricultura Familiar), seis projetos (quadro 1), que, por sua vez, estão divididos em diversas ações: Hora de Plantar, Agricultura Orgânica e

Agroecológica, Convivência com o Semiárido, Irrigação na Minha Propriedade, Culturas Agroindustriais, Assistência Técnica e Extensão Rural.

Quadro 1 - Projetos estaduais de apoio à agricultura familiar, Ceará, 2015

Principais Projetos	Ações
HORA DE PLANTAR	Distribuição de sementes e mudas
	Classificação de Produtos Vegetais
	Laboratório de Análise de Sementes de Produção – LASP
AGRICULTURA ORGÂNICA E AGROECOLÓGICA	Agricultura Orgânica
	Cultivo Protegido em Hortaliças e Flores
	Projeto Agroecológico Integrado Sustentável – PAIS
	Produção Integrada Mandalla Ceará
	Quintais Produtivos
	Bioinseticidas
	Compostagem de Resíduos Orgânicos
CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	Práticas Agrícolas para a Convivência com o Semiárido
	Superação da Pobreza em Assentamentos Rurais
	Repalma (descentralizar a produção de palma forrageira)
	Reflorestamento e Extrativismo Vegetal
	Engenharia Rural, Conservação de Água, Solo e Mecanização Agrícola
IRRIGAÇÃO NA MINHA PROPRIEDADE	Aproveitamento Hidroagrícola do Açude Castanhão
	Projeto Irrigação na Minha Propriedade – PIMP
	Implantação de kits de Irrigação de 02 hectares e barragens subterrâneas
	Irrigação com Energia Alternativa
	Apoio à Implantação de Sistemas de Irrigação Sustentáveis
	Revitalização dos perímetros Públicos Estaduais
	Produção e Sustentabilidade das Agrovilas
CULTURAS AGROINDUSTRIAIS	Produção de Oleaginosas
	Modernização e Fortalecimento do Setor da Mandiocultura
	Revitalização da Cajucultura
ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL	Validação, Adaptação e Difusão de Tecnologias
	Pacto Federativo – ampliar a prestação dos serviços de ATER aos agricultores (as) familiares com vistas o acesso às políticas públicas voltadas para o seu desenvolvimento

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da CODAF/SDA – disponível em: <<http://www.sda.ce.gov.br/index.php/desenvolvimento-da-agricultura-familiar>>

Em relação à necessidade de adoção de ações focadas no território, as orientações a nível federal têm influenciado de forma geral os planos de desenvolvimento rural sustentável estaduais, sobretudo no estado do Ceará, cuja estratégia territorial do levantamento das demandas rurais locais com participação ativa dos atores sociais é utilizada como elemento central do planejamento desde 2007, momento em que a Secretaria do Desenvolvimento Agrário – SDA, através da Coordenadoria de Desenvolvimento Territorial – CODET, em parceria com a SDT/Delegacia Federal do Desenvolvimento Agrário Ceará – DFDA-CE e o Instituto Agropolos, empreenderam os primeiros esforços de construção de um processo de valorização do território enquanto *locus* de atuação da política pública. Outro

momento marcante é o estabelecimento do Pacto Social pela Territorialização do Ceará, em 2009. A abordagem territorial prevê além do levantamento das demandas locais, processos participativos de gestão do desenvolvimento territorial. Neste sentido, o estado do Ceará segue a metodologia utilizada pelo MDA, que propõe o estabelecimento do “ciclo da gestão social do desenvolvimento territorial” (BRASIL, 2005), fundamentado nos seguintes processos: i) Sensibilização e Mobilização; ii) Planejamento; iii) Organização; iv) Controle Social (CEARÁ, 2012a).

Após a fase de sensibilização e mobilização, a fase de planejamento segue abordagem participativa, com os agentes representantes locais para o levantamento das demandas sociais específicas e a discussão das soluções propostas.

No que diz respeito à organização, destaca-se a montagem das estruturas organizacionais para a gestão compartilhada representada pelas treze Plenárias Territoriais, compostas de no mínimo 50% da sociedade civil e no máximo 50% integrantes do poder público, congregando, em média, 100 representantes dos mais diversos setores da sociedade civil e das três esferas de governo (CEARÁ, 2012a).

4.2.4 O Projeto Hora de Plantar e a importância da cultura do milho

O Projeto Hora de Plantar foi estruturado a partir do programa “Arrancada da Produção”, lançado em 1987, e consiste na distribuição subsidiada de sementes geneticamente selecionadas de modo a garantir maior produtividade e a necessária rusticidade para adaptação às condições edafoclimáticas nordestinas. Existem cadastrados de modo informatizado na Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Ceará (DAS) de cerca de 250 mil agricultores(as) familiares. O programa possui também elevada abrangência, estando presente em 182 dos 184 municípios cearenses, ficando de fora apenas Fortaleza e Eusébio, que não possuem zona rural. Recentemente, o projeto tornou possível a inclusão de agricultores familiares como produtores profissionais de sementes e mudas. O “Hora de Plantar” é coordenado SDA e tem como principais parceiros: a EMATERCE (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará), o Instituto Agropolos do Ceará, as Secretarias de Agriculturas Municipais, a FETRAECE (Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais do Estado do Ceará) e seus sindicatos (CEARÁ, 2015).

O Hora de Plantar tem como objetivos (CEARÁ, 2015, p. 15-16):

a) Geral:

- Fortalecer a agricultura familiar, utilizando sementes e mudas de elevado potencial genético que propiciem o aumento da produtividade das culturas e melhorem o nível de renda dos(as) beneficiários(as).

b) Específicos:

- Substituir o plantio de grãos por sementes e mudas de alta qualidade.
- Incentivar os beneficiários do projeto a adotarem Práticas Agrícolas de Convivência com o Semiárido.
- Contribuir para a implantação de áreas de reserva alimentar estratégica para os rebanhos bovinos, ovinos e caprinos, usando-se sorgo e palma forrageira.
- Apoiar e incentivar o florestamento e reflorestamento através da distribuição de espécies vegetais nativas e exóticas.

A justificativa apresentada para o projeto pelos gestores estaduais relaciona-se ao significativo impulso à produção agrícola estadual, sobretudo da pequena produção familiar, da utilização de sementes e mudas de alta qualidade e produtividade, recomendadas por instituições de pesquisa, como a EMBRAPA, mais adaptadas ao semiárido nordestino. Obviamente, tais impactos dependem da ocorrência de precipitações pluviométricas satisfatórias. Como exemplo ilustrativo do potencial do programa, no ano de 2011, ocorreu a maior safra de grãos do Estado do Ceará, com 1.301.092 toneladas, sendo o milho responsável por 70% desta produção. Ressalta-se que, apesar do melhoramento genético das sementes que a torna capazes de melhorar a produtividade da lavoura e suportar melhor os efeitos da estiagem em relação às sementes não híbridas, em períodos de forte estiagem, ocorre drástica queda da área plantada e da produção, como nos anos de 2013 e 2014, devido à ocorrência de precipitações pluviométricas 40% abaixo da média em todas as regiões” (CEARÁ, 2015, p. 13).

Além da distribuição de sementes de culturas tradicionais, como milho híbrido, milho variedade, feijão caupi e feijão phaseolus, o programa passou a incentivar e distribuir mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, manivas de mandioca e raquetes de palma forrageira. Para o ano de 2015, em consonância com o Programa ABC – Agricultura de Baixo Carbono, será incorporada a distribuição de mudas de espécies nativas e exóticas para recuperação de áreas degradadas, de matas ciliares e implantação de florestas para produção de madeiras, objetivando atender um número significativo de agricultores familiares que estão buscando desenvolver uma agricultura e pecuária sustentável (CEARÁ, 2015).

O “Hora de Plantar” tem como público-alvo o(a) agricultor(a) familiar¹² (proprietário, parceiro, posseiro, meeiro ou arrendatário), o(a) qual recebe sementes e/ou mudas para o plantio de até 10 hectares (dependendo da cultura). No caso da mamona, o agricultor pode receber sementes para o plantio de até 10 hectares; no caso do milho híbrido e do cajueiro anão precoce, até 5 hectares; no caso do algodão herbáceo, até 3 hectares; nos demais casos, o agricultor pode receber sementes e mudas para o plantio de até 2 hectares. O reembolso pelo valor das sementes gira em torno de 50%. Para mudas de cajueiro anão precoce, o reembolso é de 100% do valor das mudas, porém pago apenas ao final do quarto ano, ou seja, o produtor apenas pagará as mudas na fase produtiva da cultura, evitando uma descapitalização no investimento inicial. Destaque também para as sementes de mamona e de algodão, que são 100% subsidiadas (ver quadro 2). Deve-se ressaltar que o governo estadual pode isentar o reembolso para os anos de estiagem prolongada, quando há percentual de perda de safra superior a 40% (CEARÁ, 2015).

Quadro 2 - Projeto Hora de Plantar, limites de distribuição de sementes e mudas por agricultor, Ceará, 2015

Culturas	Quant./Hec	Área por produtor em hectares	Percentual de Reembolso pelo produtor
Feijão caupi	20kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Feijão Phaseolus	50 kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Milho híbrido	20 kg	Até 5	50% do valor no final da colheita
Milho variedade	20 kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Mandioca	5 m ³	Até 2	50% do valor no final da colheita
Mamona	5 kg	Até 10	100% subsidiada
Algodão (deslintado)	10 kg	Até 3	100% subsidiada
Amendoim	80 kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Gergelim	5kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Cajueiro anão precoce	204 mudas	Até 5	100% do valor no quarto ano
Palma forrageira	10 mil raquetes	Até 2	20% do valor no segundo ano
Sorgo forrageiro	8 kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Capim andropogon	10 kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Feijão guandu	20 kg	Até 2	50% do valor no final da colheita
Essências Florestais	400 mudas	Até 1/5	50% do valor no final do quarto ano

Fonte: Ceará (2015, p. 24)

Ainda em relação ao reembolso das sementes, o programa prevê um bônus adicional se o produtor adotar práticas ambientais conservacionistas. O agricultor será beneficiado com o bônus caso adote as seguintes práticas (CEARÁ, 2015):

¹² É necessário que o produtor tenha o Documento de Aptidão ao Pronaf (DAP) para a inscrição no projeto, a perda da condição de agricultor familiar provoca a exclusão automática do projeto (CEARÁ, 2015).

- a) redução de 30% do valor do reembolso das sementes recebidas caso não pratique a “queimada” na sua propriedade;
- b) redução de 10% do valor a pagar pelas sementes recebidas ao utilizar Práticas Agrícolas Conservacionistas de Convivência com o Semiárido em sua propriedade¹³, como exemplo (CEARÁ, 2011): a) Práticas Mecânicas (Terraços de Retenção, Cordões de Pedra, Captação “*in situ*”, Barraginhas, Barragem Subterrânea e Escarificação/Descompactação); b) - Práticas Edáficas e Vegetativas (Plantio Direto, Correção do Solo, Adubação verde; e c) Práticas de Transição Agroecológica (Sistemas Agroflorestais, Quintais Produtivos e Viveiros para Produção de Mudanças)

No que tange aos resultados esperados, o governo estadual tem como meta a distribuição de 3.575,2 toneladas de sementes, das quais mais de 60% são de milho híbrido, além da distribuição de mudas de outras culturas, o que corresponderia a um valor bruto da produção esperado de 3323 milhões de reais (em caso de se atingir pluviosidade histórica), além de garantir 32,5 mil empregos (diretos e indiretos), o que reforça a potencialidade do Projeto Hora de Plantar em comparação com seus custos, pois os custos do projeto equivalem a apenas 6% dos benefícios potenciais gerados ao setor agrícola¹⁴ (CEARÁ, 2015).

Como pode ser visualizado pelo quadro anterior, possui destaque no Projeto Hora de Plantar a distribuição de sementes de milho híbrido, responsável pelo atendimento de percentual superior a 85% dos beneficiários previstos para o ano de 2015.

A cultura do milho apresenta elevada importância em função das diversas formas de uso, tanto para a alimentação humana quanto para a alimentação animal, sendo que este último segmento absorve entre 70% e 90% da produção dependendo da região geográfica. Embora a nível nacional a utilização do milho para a alimentação humana seja de importância menor, na região Nordeste, a cultura do milho representa importante fonte de alimentação para a população rural no semiárido, sobretudo a agricultura familiar (CRUZ *et al.*, 2011).

Comparativamente à outras regiões, o Nordeste é caracterizado pela baixa produtividade média da cultura do milho, sendo responsável, na primeira safra 2015/2016¹⁵, por 34,6% da área plantada no Brasil, e somente 11% da produção nacional, com uma produtividade média de 1.537 kg/ha, contra uma produtividade média nacional de 4.799 kg/ha

¹³ Para que o agricultor seja beneficiado com as reduções elencadas acima, é necessário que o técnico da EMATERCE comprove através de declaração formal a existência destas práticas.

¹⁴ Para o ano de 2015, está orçado em R\$ 20 milhões, sendo R\$ 19 milhões executado com recursos do Fundo Estadual de Combate à Pobreza – FECOP, e mais R\$ 1 milhão oriundos do Projeto Repalma (CEARÁ, 2015).

¹⁵ Utilizou-se a primeira safra para comparação em virtude de muitos estados do Nordeste, inclusive o Ceará, não apresentarem produção na segunda safra.

(CONAB, 2016). Cruz *et al.* (2011) elenca como elementos responsáveis pela baixa produtividade nordestina as condições climáticas adversas, considerando que a grande maioria dos municípios localiza-se no semiárido, o baixo nível de capitalização dos produtores e a consequente baixa quantidade de insumos utilizados (relacionados ao baixo nível tecnológico).

Em virtude de sua fácil adaptabilidade aos diversos tipos de solo e clima existentes no Ceará, o cultivo de milho ocupa posição de destaque na agricultura estadual, correspondendo, no ano de 2014, a 17,24% do valor da produção das lavouras permanentes e 46,8% do valor da produção de grãos no estado do Ceará (IBGE, 2015). Ressalta-se que tal importância é maior para o segmento familiar, onde o milho, cultivado, em sua maioria, em sistema consorciado com outras culturas, sobretudo o feijão, está presente em cerca de 60% das propriedades com área até 20 ha, contribuindo não apenas para a subsistência de pequenos produtores, mas também para a geração de emprego e renda no segmento agrícola estadual (CUENCA; NAZÁRIO; MANDARINO, 2005).

A distribuição de sementes híbridas representa alternativa simples e de baixo custo, de transferência de tecnologia para os produtores familiares. Variedades híbridas, além de maior produtividade, apresentam-se mais homogêneas, facilitando a comercialização. Ademais, outra característica importante do milho híbrido é sua precocidade, permitindo que a colheita possa ser realizada até 70 dias após o plantio; tal elemento revela-se importante fator de redução de risco de perdas na produção quando se considera a pluviosidade em regiões semiáridas, caracterizada por uma distribuição irregular e concentrada em poucos meses. (CRUZ *et al.*, 2008; PACHECO *et al.*, 2009).

O cultivo com sementes híbridas de milho permite aos produtores de base familiar alcançar produtividades médias de 23 a 27% superiores em relação ao milho variedade, apresentando elevado impacto no nível de renda dos produtores rurais, e representando importante alternativa para a agricultura de sequeiro (CUENCA; NAZÁRIO; MANDARINO, 2005; SILVA, 2005).

A introdução da distribuição de sementes milho híbrido no rol das culturas do Projeto Hora de Plantar iniciou-se a partir de 1999, com o Programa do Milho Híbrido, fruto da estratégia de modernização adotada pelo governo estadual, cujas ações objetivaram a elevação da produtividade da agricultura de sequeiro. O projeto piloto iniciou-se a partir da região do Cariri, estendendo-se posteriormente às demais regiões do Estado, representando atualmente mais de 60% das sementes distribuídas (SILVA, 2005; CEARÁ, 2015).

Em relação à evolução temporal do programa, os dados informatizados consolidados disponíveis pela CODAF/SDA (Tabela 4) sobre o Projeto Hora de Plantar cobriam o período de 2010 a 2015, o que prejudica a compreensão da história de um projeto que, em 2015, já estava em sua 28ª edição. Vê-se, pela análise dos dados, que os gastos anuais situam-se entre 17 e 22 milhões de reais, com média de 19,8 milhões de reais, a presença de tendência decrescente no quantitativo de recursos investidos possivelmente se deve a cortes de orçamento na execução orçamentária do projeto. Em termos nominais, os recursos recuaram 22,7% entre 2010 e 2015. Quando se leva em consideração a variação do IPCA no período¹⁶(35,8%) (IBGE, 2016b), a queda dos gastos em termos reais situou-se em torno de 43%.

Tabela 4 - Evolução do Projeto Hora de Plantar, variáveis selecionadas, Ceará, 2010-2015

Ano	Milho Híbrido			Todas as Culturas	
	Agricultores Beneficiários	Qde. de Sementes (kg)	Recursos Investidos (R\$)	Total Recursos Investidos (R\$)	Agricultores Beneficiários
2010	55.600,00	2.392.892	8.853.700,40	22.206.932,37	129.533
2011	66.521,00	2.576.474	9.532.953,80	22.001.839,01	135.876
2012	61.738,00	2.351.118	8.699.136,60	21.417.897,01	125.810
2013	83.890,00	2.590.641	9.585.371,70	18.696.805,18	108.039
2014	85.513,00	2.761.770	10.218.549,00	17.274.363,20	138.247
2015	75.888,00	2.227.545	8.241.916,50	17.168.124,20	131.004
Média Anual	71.525,00	2.483.406,67	9.188.604,67	19.794.326,83	128.084,83
Total	-	14.900.440	55.131.628	118.765.961	-

Fonte: Elaboração própria com base nos dados oferecidos pela Célula de Agricultura de Sequeiro - CODAF/SDA

Apesar desta redução na execução orçamentária, o aporte de recursos para distribuição de sementes distribuídas de milho híbrido tem se mantido estável no período, o que se reflete em um aumento da participação relativa da distribuição desta semente em relação ao total do Projeto Hora de Plantar, saltando tal participação de cerca de 40% em 2010 para o máximo de 59% em 2014, reduzindo em 2015 para 48%. Porém, ao se considerar que o período foi marcado por um aumento no número de agricultores atendidos, percebe-se que tal aumento foi viabilizado pela redução na quantidade média distribuída, que caiu de 43 kg por produtor em 2010 para 29,4 kg em 2015. Tal realidade revela que, apesar do significativo aumento de produtores atendidos, o efeito potencial do programa em possibilitar incrementos de renda ao agricultor têm se reduzido significativamente em anos recentes.

¹⁶ Foi considerada a variação do IPCA de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2015, pois estes são os meses em que comumente as sementes são distribuídas para os agricultores, pressupondo-se que o empenho e pagamento das sementes se deem pelos preços contratados nestes meses.

Pela análise da Tabela 5, percebe-se a importância da cultura de milho híbrido para o Projeto Hora de Plantar, além de representar mais de 50% do total das sementes distribuídas pelo projeto, o milho híbrido correspondeu a mais de 80% das sementes de milho distribuídas. Assim, enquanto a distribuição de sementes de milho variedade praticamente estacionou para o período 2010 a 2015 (com uma redução significativa no ano de 2013), a distribuição de milho híbrido teve um aumento contínuo de 27,7% no período, impactando numa significativa alteração do percentual entre as duas especificações de sementes, passando o milho a representar, no ano de 2015, cerca de 85% das sementes de milho distribuídas.

Tabela 5 - Projeto Hora de Plantar, distribuição de sementes de milho por especificação, Ceará, 2010-2015

Ano	Milho Variedade	Milho Híbrido	Total Milho	Milho Híbrido (em %)
2010	539.980	2.392.892	2.932.872	81,59%
2011	559.360	2.576.474	3.135.834	82,16%
2012	556.320	2.351.118	2.907.438	80,87%
2013	168.270	2.590.641	2.758.911	93,90%
2014	478.159	2.761.770	3.239.929	85,24%
2015	397.084	2.227.545	2.624.629	84,87%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados oferecidos pela Célula de Agricultura de Sequeiro - CODAF/DAS

4.3 Avaliação de políticas públicas: conceitos, desafios e abordagens

A crise econômica que se inicia nos anos 1970, juntamente com a crise do modelo de intervenção social nas economias desenvolvidas, representado pelo *Welfare State*, promoveu um movimento de reforma da administração pública no qual o Estado moderno passa a ser fortemente questionado tanto nas suas funções quanto na real eficácia das ações intervencionistas na realidade social. Tal questionamento levou à percepção de que a compreensão dos elementos determinantes do sucesso ou fracasso das políticas públicas passa a ser primordial para o aumento da eficiência de ações posteriores. Assim, a avaliação de políticas públicas ganha destaque como elemento estratégico da ação estatal (TREVISAN; BELLEN, 2008).

No Brasil, tais questionamentos surgem após o período de redemocratização e são impulsionados tanto pela forte expansão dos movimentos sociais, que trazem à tona, além da defesa dos direitos sociais, a necessidade de maior transparência e controle social dos gastos públicos, quanto pela difusão e incorporação de uma nova racionalidade na administração

pública com ênfase na promoção da eficiência e eficácia dos recursos públicos (BARRETO; GONÇALVES, 2013; MOKATE, 2002).

Assim, a avaliação das políticas públicas e programas governamentais passa a ser abordada como uma fase importante do processo de gestão pública, e contribuíram para isto (BARRETO; GONÇALVES, 2013; FARIA, 2005):

- a) a pressão de organismos internacionais e agências de fomentos que passam a incorporar a avaliação como mecanismo de controle e reorientação dos recursos a serem despendidos em programas de cunho social;
- b) o aumento crescente da demanda por políticas sociais e ampliação de direitos de cidadania, tornando elevados os investimentos sociais e despertando o interesse público e acadêmico pela avaliação e controle dos recursos;
- c) a conjuntura de reforma do Estado, que se acelera ao final dos anos 1990, marcada pela descentralização administrativa, pela incorporação de novas ferramentas de gestão, aumentando a necessidade de avaliação do processo como elemento estratégico;
- d) a abertura para a participação da sociedade civil na execução de programas sociais;
- e) a nova percepção dos gestores públicos que passam a compreender a avaliação como uma ação estratégica para a captação de recursos.

Como abordado anteriormente, a reforma do setor público representou significativo incentivo ao processo de avaliação. Segundo Faria (2005), isto se deu pela expectativa de atendimento de dois propósitos básicos. O primeiro diz respeito à necessidade de controle e otimização dos gastos públicos, numa ótica de maximização dos resultados esperados e aumento da eficiência e eficácia da política pública. O segundo propósito insere-se numa perspectiva de descentralização de certas atividades na esfera pública, devendo a avaliação justificar a delegação da oferta de bens e serviços públicos para a gestão privada. Assim, nesta última perspectiva, a avaliação se consolida para justificar a reforma do Estado, como exemplo podem-se citar a terceirização de diversas atividades de prestação de serviços públicos com a conseqüente redução da demanda por pessoal e o questionamento sobre a pertinência de determinados órgãos ou estruturas governamentais, podendo promover tanto a concentração como desconcentração de atividades públicas.

Um elemento importante a ser destacado em relação à avaliação de uma política pública diz respeito à mensuração dos resultados. Para tanto, utilizam-se diversos indicadores, porém tais instrumentos dependem significativamente da percepção subjetiva do pesquisador.

Assim, uma grande dificuldade é a mensuração da efetividade, da eficácia e da eficiência de uma política pública. Entende-se por eficácia o grau de alcance das metas de um programa em determinado período de tempo; a eficiência diz respeito à maximização do resultado pelo menor custo possível; uma política pública será efetiva se for eficaz e eficiente, ou seja, se atingir os objetivos definidos com uma relação adequada entre os custos e os resultados (SILVA; BASSI, 2012)

A avaliação de políticas, programas e projetos sociais enquanto conceito em construção não apresenta consenso. Ala-Harja e Helgason (2000, p. 8) compreendem “a avaliação dos resultados de um programa em relação aos objetivos propostos”. Garcia (2001, p.31) define a avaliação como a “operação na qual é julgado o valor de uma iniciativa organizacional, a partir de um quadro referencial ou padrão comparativo previamente definido”.

Para a OECD (1991), a avaliação no contexto de políticas públicas tem como propósito determinar a pertinência e o alcance dos objetivos, a eficiência, efetividade, impacto e sustentabilidade do desenvolvimento.

Ressalta-se que a avaliação de uma ação governamental não se deve constituir em ação isolada ou empreendida apenas para o cumprimento de contrapartida externa à liberação de recursos financeiros, é necessário que a avaliação compreenda um dos estágios da execução de uma política pública, inserindo-se como atividade contínua, que represente o fruto de um processo sistematizado a partir dos valores ou julgamentos dos gestores públicos e também da sociedade civil, gerando informações e aprendizado, abrangendo desde a identificação de problemas até a análise das mudanças sociais ocorridas em face da intervenção, consolidando-se como instrumento de auxílio a tomada de decisão na solução de problemas e enfrentamentos dos desafios (AGUILAR; ANDER-EGG, 1994; BARRETO; GONÇALVES, 2013; MOKATE, 2002).

Porém, Mokate (2002) apresenta uma crítica às definições de avaliação de políticas públicas apresentadas anteriormente, por não resgatarem a ideia de “valor” ou “mérito” presentes no vocábulo “avaliação”. Ao se concentrarem na verificação do cumprimento dos objetivos e impactos do programa, a avaliação assume que estes possuem valor em si mesmos, não se questionando sobre a pertinência social destes objetivos. Assim, uma política pública pode ser eficaz em alcançar os objetivos propostos, porém tais objetivos podem se mostrar inócuos em solucionar os reais problemas que motivaram sua formulação.

Em relação ao momento da realização da avaliação, a maioria dos pesquisadores concorda que esta deve ocorrer após a fase de implantação, identificando e superando pontos

de estrangulamentos, permitindo sua reformulação (ARRETCHE, 1998, SILVA; BASSI, 2012; FREY, 2000).

Para Lima (2010), a avaliação possui duas dimensões, uma dimensão técnica, cujo objetivo é fornecer subsídios à decisão dos formuladores da política quanto à pertinência e adequação dos programas e projetos avaliados, e uma dimensão política, cujo papel principal seria o de socializar as informações sobre os resultados dos projetos/programas para subsidiar a sociedade na formulação e encaminhamento das novas demandas sociais.

No que tange aos efeitos da avaliação, não se deve ignorar seu impacto político, e Arretche (1998) argumenta que, em sociedades democráticas, nas quais o processo eleitoral tem grande importância, o impacto social da política pública tem menor peso que seu efeito eleitoral oriundo da influência sobre a opinião pública, isto é uma das causas de alguns dos problemas presentes na utilização de avaliações para a melhoria de políticas públicas. Neste sentido,

[...] as avaliações podem ser um problema para os governantes, executores e gerentes de projetos porque os resultados podem causar constrangimentos públicos. As informações e resultados das avaliações podem ser usados pelo público e pela imprensa para criticar os governos, da mesma forma que, em caso de “boas notícias”, os governos podem usá-las para legitimar as próprias políticas, como ganho político (TREVISAN; VAN BELLEN, 2008, p. 536).

A despeito da relevância da realização da avaliação, é importante compreender que isto não implica automaticamente que as informações produzidas serão utilizadas. Faria (2005) ressalta que, no Brasil, as experiências de avaliação ainda são insuficientes e insatisfatórias, levando à percepção de que

[...] há uma dificuldade de incorporação dos resultados da avaliação nas decisões governamentais, no sentido de orientarem ou reorientarem o planejamento e execução das ações. Com efeito, especialmente no Brasil, dada à falta de tradição e de uma cultura avaliativa, os produtos das avaliações costumam ser, na maioria das vezes, engavetados, servindo muito mais para atender às exigências pré-estabelecidas pelos organismos internacionais e de controle (FARIA, 2005, p. 60).

Outro aspecto importante a ser considerado é que, apesar dos agentes públicos encarregados de implantar a política pública realizarem “avaliações” na forma de relatórios de acompanhamentos, dificilmente tais avaliações são isentas, tendendo a apresentar uma série de incentivos que apontem para o sucesso da política ou programa, ou mesmo amenizando elementos de fracasso (ARRETCHE, 1998).

Os elementos apontados acima reforçam a necessidade de uma reorientação na utilização da avaliação, para que esta se torne um instrumento democrático de controle sobre a ação estatal, o que poderia se dar a partir da maior divulgação e discussão pública dos

resultados das pesquisas, garantindo aos cidadãos acesso pleno às informações, metodologia utilizada e resultados dos programas, de modo a compreender a eficácia da ação governamental, bem como os fatores que influenciaram o sucesso ou fracasso da ação estatal (ARRETCHE, 1998, NEPP, 1999).

Em razão da existência de diversos objetivos de uma avaliação de políticas públicas, diversos autores sistematizam em três as modalidades de avaliação: avaliação de metas, avaliação de processos e avaliação de impacto ou resultados (CARVALHO, 2003; COSTA; CASTANHAR, 2003; GARCIA, 2001;).

A avaliação de metas tem o propósito de avaliar o grau de êxito na execução das metas de um programa, utilizando-se, para isso, diversos indicadores, representa uma avaliação do tipo *ex post facto*. A avaliação de processo objetiva identificar equívocos e estrangulamentos na elaboração dos procedimentos e na implantação do programa, bem como gerar informação para a sua reestruturação mediante registro de intercorrências e de atividades. Esta avaliação se desenvolve concomitantemente à implantação do programa (CARVALHO, 2003; COSTA; CASTANHAR, 2003; GARCIA, 2001;).

Por fim, a avaliação de impacto tem como objeto de investigação os efeitos de um programa sobre o público-alvo da intervenção, demonstrando a efetividade da política pública. Assim, por esta modalidade, busca-se identificar mudanças efetivamente ocorridas, sendo importante a determinação da relação causal entre a política pública e os efeitos sociais verificados empiricamente (BRASIL, 2010c).

4.3.1 Avaliação de impacto em políticas públicas

Programas e políticas de desenvolvimento são normalmente concebidos para alterar a realidade social em uma comunidade ou grupo de indivíduos, visando, por exemplo, o aumento do nível de renda, melhorias no processo de ensino-aprendizagem, ou aumentar a oferta de serviços de saúde. Se tais alterações são efetivamente alcançadas ou não, representa questão política essencial, mas que, em muitos casos, não é examinada. Comumente, os gestores do programa e governantes se concentram em controlar e medir o fluxo de entrada e saída de recursos físicos ou financeiros, acompanhando variáveis como: o volume de recursos dispendidos, a quantidade de livros ou medicamentos distribuídos, o prazo total da intervenção, em vez de avaliar se os programas atingiram os objetivos pretendidos em termos de melhoria do bem-estar social (GERTLER *et al.*, 2011).

Em termos gerais, as avaliações objetivam responder três tipos de questões (IMAS; RIST, 2009):

- a) questões descritivas – a avaliação tem por finalidade determinar o que está ocorrendo, e descreve os processos, condições, relações organizacionais e pontos de vista das partes interessadas;
- b) questões normativas – a avaliação compara o que está ocorrendo com o que deve ser realizado; avalia atividades e a implementação de metas;
- c) questões de causa-e-efeito – a avaliação examina os resultados e objetiva determinar que diferença fez a intervenção nos resultados obtidos.

As avaliações de impacto representam um tipo especial de avaliação que objetiva responder a questões de causa e efeito. Ao contrário de avaliações gerais, que se propõem a responder muitos tipos de questões, as avaliações de impacto são estruturadas em torno da determinação do efeito direto do programa, ou seja, quais as mudanças são diretamente atribuíveis à intervenção da política pública.

A partir dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, tem se consolidado a tendência global marcada por uma mudança de foco no que tange às políticas públicas, com a redução da importância dos recursos a serem utilizados (insumos) e ênfase crescente para os resultados em termos de benefícios sociais. As avaliações de impacto muitas vezes dependem de informação acerca da concepção do programa, quais os objetivos da intervenção para o público-alvo e como ela está sendo implementada. Neste contexto, a avaliação de impacto fornece um quadro suficiente para identificar se o público-alvo está verdadeiramente se beneficiando da política pública e não de outros fatores (GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

A necessidade óbvia de avaliação de impacto é ajudar decisores políticos, fornecendo evidências sobre se os programas estão gerando efeitos pretendidos; promover a responsabilidade na alocação de recursos entre os programas públicos; e preencher as lacunas na compreensão acerca do que funciona e o que não funciona, e como as mudanças mensuradas em bem-estar são atribuíveis a uma determinada intervenção pública. Avaliação de impacto eficaz deve, portanto, ser capaz de avaliar com precisão os mecanismos pelos quais os beneficiários estão respondendo à intervenção (GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

A avaliação de impacto é intensiva em tempo e recursos e deve ser aplicada seletivamente (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2011). Deste modo, para justificar a mobilização de recursos, o programa a ser avaliado deve ser (GERTLER *et al.*, 2011, p. 11):

- a) inovador – ele está testando uma abordagem promissora;
- b) replicável – o programa pode ser escalonado para outras esferas e ser aplicado em ambientes diferentes;
- c) estrategicamente relevante – o programa representa uma iniciativa estratégica, envolve recursos substanciais e pode ou poderia ser expandido para cobrir um grande número de beneficiários ou gerar economias substanciais;
- d) não testado – pouco se sabe sobre a efetividade do programa, globalmente ou em um contexto particular;
- e) influyente – os resultados serão utilizados para embasar decisões políticas fundamentais.

4.3.1.1 Tipos de abordagens na avaliação de impacto

Em relação ao horizonte temporal da avaliação de impacto, esta pode ser classificada em duas categorias: a abordagem prospectiva (*ex ante*) e a abordagem retrospectiva (*ex post*). A abordagem prospectiva ou *ex ante* caracteriza-se pela tentativa de mensurar os impactos previstos de programas ou políticas públicas a serem implantadas, tomando como base uma dada situação atual do potencial público-alvo. A base de dados é coletada antes da implementação do programa para ambos os grupos de tratamento e controle¹⁷. Como exemplo, pode-se envolver a identificação dos principais agentes econômicos no desenvolvimento do programa (indivíduos, comunidades, governos locais ou nacionais), bem como a relação entre os agentes e os diferentes mercados na determinação dos resultados do programa (GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

As avaliações retrospectivas (ou *ex post*), ao contrário, objetivam mensurar impactos reais acumulados pelos beneficiários que sejam atribuíveis à intervenção do programa. Tal abordagem tem a vantagem de refletir melhor a realidade ao se basear em evidência empírica concreta e não em cenários ou hipóteses sobre relações econômicas entre os diferentes agentes em contextos locais específicos. As avaliações *ex post* possuem um custo adicional em relação às abordagens prospectivas. Este custo é composto de dois elementos, o primeiro diz respeito ao custo mais elevado de coleta de informações sobre os

¹⁷ O grupo tratamento representa o conjunto dos participantes do programa e o grupo controle representa o conjunto dos não participantes que foram selecionados para a investigação sobre o impacto da política pública. A comparação destes dois grupos representa elemento fundamental de todos os métodos de avaliação de impacto.

resultados reais para os grupos tratamento e controle, bem como para o levantamento dos fatores sociais e econômicos que determinaram o curso da intervenção. O segundo custo adicional é o custo de oportunidade dos recursos ineficazmente alocados no caso de se verificar o fracasso do programa, o qual poderia ter sido previsto através da análise *ex ante* (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

Em relação à origem dos dados, as abordagens de avaliação podem ser quantitativas ou qualitativas, porém, em termos de mensuração do impacto, uma avaliação qualitativa por si só não pode avaliar os resultados contra alternativas relevantes ou resultados contrafactuais. Isto é, não pode realmente indicar o que poderia acontecer na ausência do programa, no entanto há que se considerar que informações qualitativas como a compreensão do contexto sociocultural e institucional local, assim como detalhes dos programas e participantes, são, no entanto, essenciais para uma sólida avaliação quantitativa. Por exemplo, informações qualitativas podem ajudar a identificar mecanismos através dos quais os programas estão tendo impacto; adicionalmente, tais pesquisas podem identificar os responsáveis políticos locais e demais agentes ou grupos sociais e econômicos que são importantes na determinação da forma como os programas são executados (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

4.3.1.2 O problema do contrafactual e o viés de seleção

Um programa ou política de intervenção visa produzir mudanças no bem-estar dos beneficiários. Ao se fazer uma análise *ex post* da situação dos beneficiados, observa-se o resultado desta intervenção em termos de aumento do emprego, da renda, das despesas familiares, etc. Porém, cabe questionar se tais mudanças se relacionam diretamente com a intervenção. De fato, com apenas um ponto de observação, após o tratamento, não é possível chegar a uma conclusão sobre o impacto. Na melhor das hipóteses, pode-se dizer se o objetivo da intervenção foi cumprido. Mas o resultado após a intervenção não pode ser atribuído ao próprio programa (GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

O principal desafio de uma avaliação de impacto é determinar o que teria acontecido com os beneficiários se o programa não tivesse existido. Ou seja, se, por exemplo, uma determinada política pública objetivasse o aumento da renda *per capita* dos beneficiários, seria necessário determinar a renda domiciliar *per capita* dos beneficiários na ausência da intervenção para se avaliar o impacto do programa. O resultado do beneficiário na ausência da intervenção seria seu contrafactual. Em termos formais, o impacto do programa seria:

$$\alpha = (Y|T = 1) - (Y|T = 0) \quad (1)$$

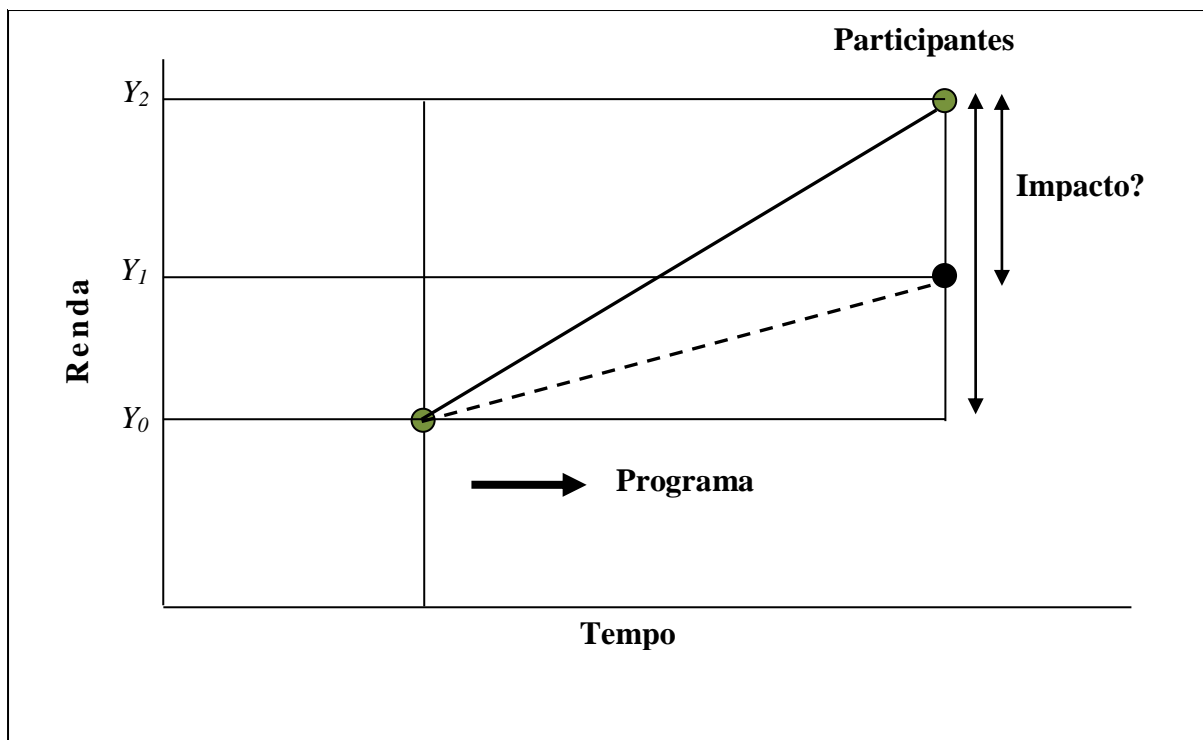
Esta fórmula nos diz que o impacto (α) de um programa (T) na renda *per capita* (Y) é a diferença entre a renda *per capita* com o programa (quando, T=1) e a renda *per capita* sem o programa (quando, T=0). O segundo termo da equação acima (Y/T=0) representa o contrafactual.

A equação acima explicita o problema da avaliação, pois, enquanto o impacto do programa (independente de outros fatores) pode realmente ser avaliado apenas comparando os resultados reais e contrafactuais, o contrafactual, por sua vez, não é observado. Assim, o desafio de uma avaliação de impacto é de criar um grupo de comparação convincente e razoável para beneficiários de modo a se estimar a expressão (Y/T=0). Idealmente, se deveria comparar como o mesmo agregado familiar ou indivíduo teria saído com e sem uma intervenção ou "tratamento", mas não se pode fazê-lo porque, em um determinado ponto no tempo, uma família, ou um indivíduo, não pode ter duas existências simultâneas. Deste modo, encontrar um contrafactual adequado constitui o principal desafio de uma avaliação de impacto (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010). As figuras a seguir colocam de forma mais simples dois problemas de escolha do grupo de comparação (também chamado de grupo controle) e o viés na conclusão dos resultados.

Na Figura 1, é apresentado o caso de uma avaliação do grupo de participantes do programa utilizando dados do nível de renda anterior ao programa. Este caso ilustra bem o porquê não se deve simplesmente comparar as rendas dos indivíduos ou famílias antes e depois do programa, pois não se tem conhecimento do nível de renda final que as famílias teriam na ausência do programa. Assim, neste caso, o impacto do programa poderia ser superestimado ($Y_2 - Y_0$), quando na realidade seria ($Y_2 - Y_1$).

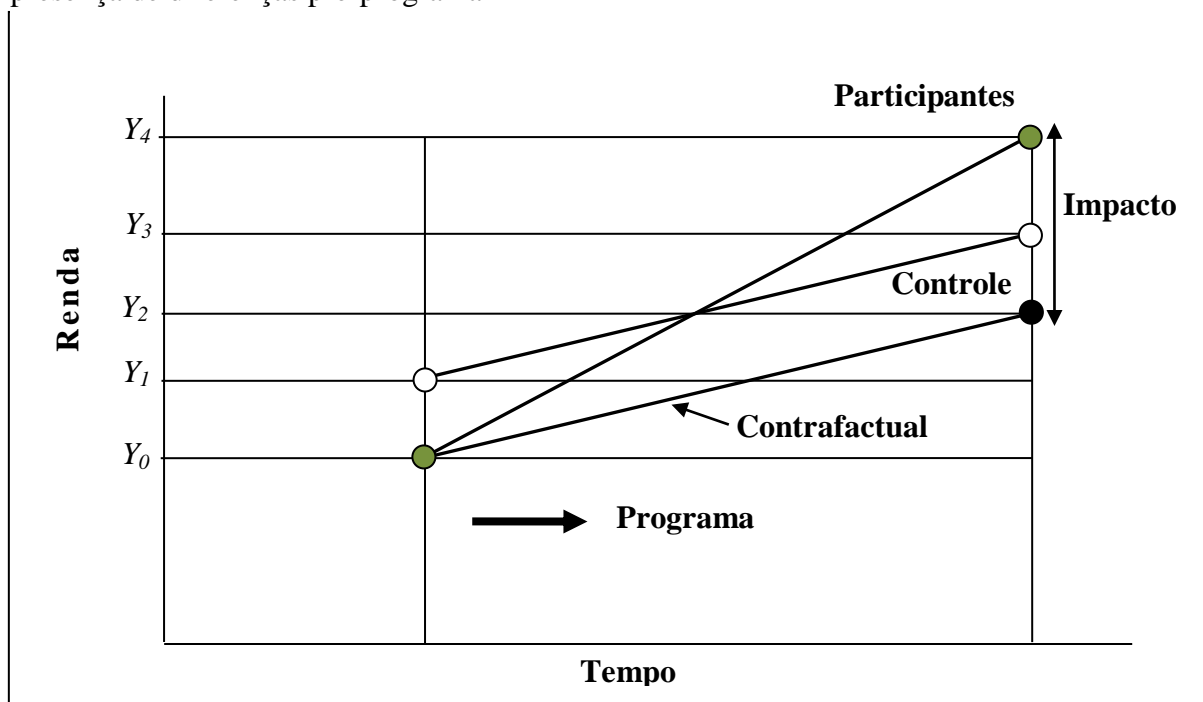
Na Figura 2, suponha que antes da intervenção do programa a renda média do grupo tratamento seja de Y_0 e após o tratamento seja Y_4 , o grupo controle teve sua renda média verificada apenas no período após o tratamento. Neste caso, sua renda foi Y_3 , realizando-se uma comparação não criteriosa, poder-se-ia chegar à conclusão de que o impacto do programa foi ($Y_4 - Y_3$). Tal conclusão subestima o impacto real do programa definido pela distância ($Y_4 - Y_2$), pois este foi o incremento de renda real do grupo pesquisado, este problema ocorre por seleção viesada do grupo controle. Neste caso, desconsideraram-se diferenças de renda pré-programa.

Figura 1 - O problema da ausência do contrafactual na avaliação de impacto de uma política pública



Fonte: KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD (2010, p.24)

Figura 2 - Avaliação de impacto mediante comparação entre grupos tratamento e controle na presença de diferenças pré-programa



Fonte: KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD (2010, p.23)

Os problemas apontados acima exemplificam o que, na literatura sobre o assunto, é conhecido como viés de seleção. Pode-se abordar a mesma questão em uma estrutura

conceitual mais formal. Suponha um programa de combate à pobreza, como a intervenção por microcrédito. Ao definir Y_i como a renda *per capita* da família i , seja T uma variável *dummy* que assuma dois valores, ($T = 1$) se o indivíduo ou grupo familiar participa do programa e ($T = 0$) se não participa. Para o grupo participante do programa (grupo tratamento), define-se a renda como sendo $Y_i(1)$, para o grupo dos não participantes representa-se a renda como $Y_i(0)$. Assim, o efeito médio do programa pode ser definido comparando a renda dos dois grupos, em termos formais, seria:

$$D = E(Y_i(1)|T_i = 1) - E(Y_i(0)|T_i = 0) \quad (2)$$

O problema é que as características socioeconômicas, locais, culturais, etc. (tais fatores serão doravante nomeados de covariáveis e representados por X_i) dos grupos participantes e não participantes podem não ser as mesmas, antes da intervenção, de modo que a diferença esperada entre esses grupos pode não ser inteiramente devida à intervenção do programa.

Ao se adicionar e subtrair da eq. (2) a renda média do grupo não participante se os mesmos tivessem participado do programa, $E(Y_i(0)|T_i = 1)$, tem-se:

$$D = E(Y_i(1)|T_i = 1) - E(Y_i(0)|T_i = 0) + [E(Y_i(0)|T_i = 1) - E(Y_i(0)|T_i = 1)] \quad (3)$$

Reordenando os termos:

$$D = \underbrace{[E(Y_i(1)|T_i = 1) - E(Y_i(0)|T_i = 1)]}_{ATE} + \underbrace{[E(Y_i(0)|T_i = 1) - E(Y_i(0)|T_i = 0)]}_{VIES DE SELEÇÃO} \quad (4)$$

Na equação acima, o termo *ATE* (*Average Treatment Effect*) representa o efeito médio do tratamento, ou seja, o ganho médio de renda dos participantes em relação aos não participantes se estes tivesse sido “tratados” pelo programa, o segundo termo da equação (2) representa o grau do viés de seleção¹⁸, que surge no uso de D como uma estimativa do *ATE*, como $E(Y_i(0)|P_i = 1)$ é desconhecido, pode não ser possível conhecer a diferença exata entre o grupo tratado e o grupo controle.

Assim, uma sólida avaliação de impacto deve buscar alternativas para a seleção do grupo controle que possa garantir um viés de seleção igual a zero, ou possibilitar corrigi-lo. É importante ressaltar que o viés de seleção desapareceria na hipótese dos resultados obtidos

¹⁸ O viés de seleção é consequência da escolha não aleatória dos participantes de um programa (ROSENBAUM; RUBIN, 1983).

pelos beneficiários do programa serem independentes das covariáveis (X_i)¹⁹, o que implicaria em processos aleatórios de seleção dos beneficiários do programa (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010; ROSENBAUN; RUBIN, 1983).

4.3.1.3 Abordagens quantitativas para avaliação de impacto ex post

A literatura sobre avaliações de impacto fornece um conjunto de diferentes métodos para tratar do problema da escolha do contrafactual, cada um destes métodos possuem suas próprias hipóteses sobre a natureza potencial do viés de seleção e técnicas adequadas para a formação do grupo controle.

Considerando-se o escopo das avaliações quantitativas, os métodos de avaliação de impacto podem ser divididos em duas categorias gerais: métodos experimentais (aleatórios) e métodos quase-experimentais ou não experimentais (não aleatórios). Nos métodos ou *designs* experimentais, o procedimento de seleção dos indivíduos (que possuem as condições de elegibilidade para a inserção do programa) é realizado de forma aleatória. Deste modo, do ponto de vista estatístico, os grupos de tratamento e controle são equivalentes entre si²⁰, não havendo, neste caso, viés de seleção, o que simplifica muito a análise e interpretação dos resultados, pois a mensuração do impacto da política pública pode ser calculada pela diferença entre as médias obtidas para a variável de resultado para os grupos tratamento e controle, a única exigência é que se respeite o tamanho adequado da amostra (BAKER, 2000; GERTLER *et al.*, 2011).

Porém, apesar do método experimental ser considerado a abordagem mais robusta e menos controversa de avaliação de impacto, na prática, apresenta alguns problemas. O primeiro grande problema é de ordem ética e política e diz respeito às críticas e pressão social oriundas da exclusão de membros elegíveis dos benefícios da política pública. O exemplo mais emblemático refere-se à exclusão de um programa de tratamento médico, por exemplo, nutrição infantil. Um segundo problema é que o âmbito de aplicação do programa pode significar que não há grupos “não tratamento”, pois a política pública aplicada é de ampla abrangência. O terceiro problema diz respeito às alterações de características dos indivíduos tanto do grupo tratamento quanto do grupo controle, ao longo do programa, que podem

¹⁹ Esta hipótese é conhecida como hipótese de independência condicional ou hipótese de não confundimento (*Unconfoundness Conditions*) (ROSENBAUM; RUBIN, 1983).

²⁰ Se a atribuição do programa é aleatória para o grupo com características elegíveis, os grupos controle e tratamento tenderão a apresentar a mesma média para as características de elegibilidade do programa. Neste caso, o grupo não teria viés de seleção e o grupo controle representaria o contrafactual perfeito (BAKER, 2000).

invalidar ou contaminar os resultados (mudança de área, morte, desistência em participar do programa, benefício por outra política pública, etc.). O quarto problema está relacionado à manutenção de um procedimento de seleção puramente aleatório, pois os administradores podem excluir indivíduos de alto risco para obter melhores resultados. O quinto problema relaciona-se aos custos em termos financeiros e de tempo para a coleta de novos dados (BAKER, 2000).

Os métodos quase-experimentais podem ser utilizados em avaliações quando não é possível obter grupos tratamento e controle através de um design experimental. Tais técnicas geralmente selecionam, dentre os indivíduos não participantes do programa, aqueles que mais se assemelham ao grupo tratamento, pelo menos em características observáveis, utilizando-se para isto de sofisticadas técnicas de correspondência. A principal vantagem destes métodos é que eles recorrem a fontes de dados existentes e são, portanto, em muitos casos, mais rápidos e de menor custo de implantação (BAKER, 2000). As principais desvantagens seriam: a menor robustez dos resultados em relação aos métodos experimentais e o fato de serem estatisticamente mais complexos e assumirem hipóteses mais restritas em relação aos dados utilizados (BAKER, 2000; GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

Dentre os diversos métodos de avaliação quantitativa de impacto, destacam-se (BAKER, 2000; GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010): a) Método de Avaliações Aleatorizadas; b) Método de Dupla Diferença ou “Diferença em Diferença”; c) Método de Variáveis Instrumentais; d) Design de Regressão Descontínua; e) Métodos de Pareamento – “*Matching*”. Ressalta-se que a escolha metodológica é determinada em virtude da natureza dos dados obtidos e objetivos do pesquisador.

No método de avaliações aleatorizadas (*randomized evaluations*), o programa incide ao acaso sobre uma grande população elegível, sendo possível gerar, neste caso, grupos controle que forneçam uma estimativa não tendenciosa do impacto do programa. Assim, cada unidade elegível de tratamento (por exemplo, um indivíduo, agregado familiar, comunidade, escola, hospital, ou outros) tem uma probabilidade igual de seleção para o programa. Especificamente, com um número suficientemente grande de observações, o processo de atribuição aleatória produzirá grupos que têm médias estatisticamente equivalentes para todas as suas características. Por sua vez, essas médias também tendem para a média da população da qual eles foram selecionados (GERTLER *et al.*, 2011).

Para a aplicação do método de avaliação aleatória, é imperativo que se atendam as condições de validade interna e externa. A validade interna significa que o impacto estimado

do programa é livre de todos os outros potenciais fatores de confusão, ou que o grupo de comparação representa o verdadeiro contrafactual, de modo que se estima o verdadeiro impacto do programa. Isto é garantido através do processo de seleção aleatória dos beneficiários. A validade externa significa que o impacto estimado na amostra de avaliação pode ser generalizado para a população de todas as unidades elegíveis. Para que isso seja possível, a amostra de avaliação deve ser representativa da população de unidades elegíveis (GERTLER *et al.*, 2011). Na prática, os pesquisadores tem proposto a aplicação do método em dois estágios. No primeiro estágio, uma amostra dos participantes potenciais é selecionada aleatoriamente da população relevante, e deve ser representativa da população para um certo erro amostral (garantia da validade externa). No segundo estágio, os indivíduos da amostra são selecionados aleatoriamente para a inserção no programa garantindo a validade interna (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

A estratégia de diferenças em diferenças pode ser aplicada quando se dispõe de dados em painel para um conjunto de grupos (indivíduos, comunidades, localidades, etc.) nos casos em que alguns destes foram expostos a variáveis causais de interesse e outros não (ANGRIST; KRUEGER, 1999). No que tange à avaliação de impacto de políticas públicas, sua aplicação se dá quando se dispõe de informações sobre os grupos controle e tratamento coletadas antes e depois da aplicação do programa. A vantagem desta técnica é que os grupos tratamento e controle não necessitam ser homogêneos nas características observadas, pois o que se compara não serão os efeitos diretos do programa, mas as diferenças nos efeitos dos dois grupos. A hipótese básica é que as diferenças pré-existentes entre os dois grupos são invariantes no tempo (GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010). Um exemplo simplificado da aplicação do método seria a Figura 2, apresentada na seção anterior. No referido esquema, as rendas dos grupos tratamento e controle antes do programa foram Y_0 e Y_1 e, após o programa, foram, respectivamente, Y_4 e Y_3 . Suponha, apenas como ilustração (conforme a Figura 2), que a renda do contrafactual perfeito (grupo participante se não tivesse ingressado no programa) fosse, respectivamente, Y_0 no momento inicial e Y_2 no momento final, da hipótese de invariância temporal das tendências pré-existentes tem-se que o seguimento de reta ($Y_3 - Y_1$) é congruente ao seguimento ($Y_2 - Y_0$)²¹. Assim, a estimativa do impacto em dupla diferença seria:

$$\alpha = ((Y_4 - Y_0) - (Y_3 - Y_1)) \quad (5)$$

²¹ Seguimentos de retas congruentes são aqueles que possuem o mesmo tamanho.

O primeiro termo da eq. 4 representa a diferença de renda do grupo tratamento antes e depois do programa, enquanto o segundo termo compreende às diferenças de renda do grupo controle, como $(Y_3 - Y_1) \equiv (Y_2 - Y_0)$, então, a equação acima torna-se:

$$\alpha = ((Y_4 - Y_0) - (Y_2 - Y_0)) \quad (6)$$

Resultando em $\alpha = (Y_4 - Y_2)$, o que equivale ao impacto real do programa em relação ao contrafactual perfeito.

A utilização da técnica de variáveis instrumentais permite a estimação do impacto de uma política pública em caso de endogeneidade da participação individual no programa (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010). Para compreender melhor o assunto, especifica-se o impacto do programa como um problema de estimação de uma relação de causalidade utilizando a técnica de regressão linear:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 T_i + \beta_3 X_{i1} + \beta_4 X_{i2} + \dots + \beta_n X_{ik} + \varepsilon \quad (7)$$

Onde: Y_i representa a variável resultado do programa, T_i é uma variável *dummy* assumindo valores 1 para participação do programa e 0 para não participação, os termos X_{i1} , X_{i2}, \dots, X_{ik} representam as características observáveis e o termo ε representa o resíduo ou erro, que, pela hipótese do modelo, é aleatório. Um problema muito comum na prática é que características não observadas (imensuráveis) influenciam na participação do programa, ou seja, influenciado T_i e fazendo com que esta seja correlacionada com o resíduo ε . Este problema viola um dos pressupostos básicos do estimador Mínimos Quadrados Ordinários, referente à independência entre regressores e resíduos [$cov(T_i, \varepsilon) \neq 0$], cujo efeito será a tendenciosidade e inconsistência das estimativas (GREENE, 2002; MADDALA, 1992). Para resolver o problema, é necessário isolar a variação de T que está correlacionada a ε . Para isto, a solução é encontrar uma variável Z (variável instrumental) que seja correlacionada com a participação no programa, mas que não seja correlacionada com os resíduos da regressão. Em termos matemáticos, é necessário que Z possua as seguintes propriedades:

$$cov(Z, T) \neq 0 \quad (8)$$

$$cov(Z, \varepsilon) = 0 \quad (9)$$

Outra possibilidade que possui grande credibilidade é a construção de um design do programa que já contemple as variáveis instrumentais a serem utilizadas, o que poderia ocorrer, por exemplo, em caso de seleção aleatorizada ou se regras exógenas forem utilizadas para determinar a elegibilidade para o programa. Porém, deve-se ressaltar a necessidade de escolha criteriosa dos instrumentos, pois instrumentos fracos podem aumentar o viés. Isto ocorre se os instrumentos são correlacionados com características não observadas ou variáveis omitidas (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

A abordagem de design de regressão descontínua (RDD) é um método de avaliação de impacto que pode ser utilizado para programas que têm um índice de elegibilidade contínua, como um ponto de corte bem definido para determinar quem é elegível e quem não é, gerando uma descontinuidade da probabilidade de ser selecionado para participar do programa naquele ponto (BUDELMEYER; SKOUFIAS, 2004; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010). Para aplicar um design de regressão descontínua, são necessárias duas condições principais (GERTLER *et al.*, 2011):

- a) um índice de elegibilidade contínua, em outras palavras, uma medida contínua em que a população de interesse pode ser classificada, como um índice de pobreza, uma pontuação de teste, ou idade;
- b) a definição da nota de corte, ou seja, um ponto sobre o índice acima ou abaixo do qual a população está classificada como elegíveis para o programa.

Deste modo, a ideia básica deste método é que, nas proximidades do índice de corte, os indivíduos ou famílias são muito homogêneos, diferenciando-se apenas no tocante à participação ou não do programa. Assim, é possível obter grupos tratamento e controle com características observáveis muito semelhantes. Após implantação do programa, se realiza uma regressão descontínua para os dois grupos. A medida do impacto será a diferença entre os valores médios da variável de interesse das famílias ou indivíduos elegíveis e não elegíveis para o programa (BUDELMEYER; SKOUFIAS, 2004; GERTLER *et al.*, 2011; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010).

Nos métodos de pareamento (*matching*), objetiva-se selecionar um grupo controle que seja o mais semelhante possível ao grupo tratamento nas características observáveis. Para isto, é necessário que o grupo controle seja maior que o grupo tratamento de modo a se permitir um maior número de observações pareadas (uma observação do grupo tratamento em comparação com uma observação do grupo controle), a estimação dos efeitos do tratamento ocorrerá apenas para as observações pareadas (BAKER, 2000). Tais métodos podem ser aplicados a quase todos os contextos de regras de escolha de beneficiários em políticas

públicas, desde que exista um grupo que não participou do programa. Como tais métodos dependem de características observadas para a seleção do contrafactual, assumem a hipótese de não haver diferenças não observadas entre grupos tratamento e controle (GERTLER *et al.*, 2011).

Um dos métodos de pareamento mais utilizados é o *Propensity Score Matching* (PSM) ou pareamento por *score* de propensão, que surgiu no início dos anos 1980 a partir do trabalho seminal de Rosenbaum e Rubin (1983). Inicialmente, começou a ser aplicado na investigação dos impactos de determinado tratamento (sobretudo na área de saúde e trabalhista) sobre um grupo de indivíduos. Nos anos recentes, esta técnica tornou-se um dos métodos mais utilizados para a avaliação do efeito causal em “tratamento” nas mais diversas áreas, incluindo a avaliação de políticas públicas.

Como visto anteriormente, a questão central e o desafio de uma avaliação de impactos é estabelecer uma relação causal entre a política pública e os resultados obtidos, isolando, para isto, o efeito de quaisquer outros fatores externos que poderiam explicar os resultados observados (ATTANÁSIO *et al.*, 2005; CALIENDO; KOPEINIG, 2005; PASSOS, 2014; ROSENBAUM; RUBIN, 1983).

Porém, é necessário ressaltar que o pareamento simples entre os grupos tratamento e controle apresenta o seguinte problema: quanto maior o número de características avaliadas, maior será o número de observações necessárias para se proceder ao pareamento entre os grupos da pesquisa. Isto porque, com o aumento do número de variáveis a serem consideradas, torna-se cada vez mais difícil encontrar um contrafactual similar no grupo controle (DUARTE; SAMPAIO; SAMPAIO, 2009). Para contornar este problema, Rosenbaum e Rubin (1983) propõem que, em vez de se utilizar as características observáveis (X_i), utilizam-se as probabilidades de um indivíduo ser beneficiado por uma política pública em função das características observadas $p(X_i)$. A esta função de probabilidade, os respectivos autores denominaram de função *propensity score* ou escore de propensão. Sob certos pressupostos, o pareamento com base no escore de propensão é tão bom quanto o pareamento a partir das características observadas, tendo a vantagem adicional de se evitar os problemas decorrentes da inclusão de um grande número de covariáveis (KHANDKER; KOOWAL; SAMAD, 2010; ROSENBAUM; RUBIN, 1983).

Passos (2014) ressalta que os grupos tratamento e controle devem apresentar pelo menos três características. A primeira é que as médias das características selecionadas devem ser as mesmas entre os grupos (por exemplo, significativas diferenças em características como idade e escolaridade entre os dois grupos poderiam explicar as diferenças de renda e não a

política pública). A segunda é que os dois grupos deveriam reagir da mesma forma em relação à política pública, por exemplo, um programa de qualificação docente deveria ser capaz de induzir os mesmos efeitos sobre notas escolares dos participantes dos grupos controle e tratamento, ou um programa de transferência direta de renda deveria ser capaz de afetar da maneira similar o nível de bem-estar se fosse aplicado aos dois grupos. A terceira condição é que os membros dos dois grupos não podem ser expostos a outras intervenções durante o período de avaliação do programa. A presença destas três condições permite concluir que as diferenças de resultados devem-se exclusivamente à atuação do programa (GERTLER *et al.*, 2011).

Na presente tese, será utilizada a abordagem de *propensity score matching* para se investigar diferenças nos níveis de sustentabilidade agrícola entre produtores de milho híbrido beneficiários do Projeto Hora de Plantar e produtores de milho não beneficiários, cujos aspectos metodológicos serão melhor detalhados no próximo capítulo. A seção seguinte apresenta a evidência empírica acerca da utilização desta técnica para avaliação de impacto de políticas públicas.

4.3.2 Evidência empírica da avaliação de impacto de políticas públicas pela técnica de propensity score matching

Na presente seção, são apresentados alguns estudos sobre a aplicação da técnica de *propensity score matching* para avaliação de políticas públicas, sobretudo, às destinadas ao setor agrícola ou cujos efeitos impactam o modo de vida da população rural. As pesquisas aqui apresentadas não representam *survey* exaustiva do estado da arte em relação ao referido tema, mas possuem o objetivo de fornecer, ainda que de forma resumida, os principais trabalhos e linhas de pesquisa que norteiam a avaliação das políticas públicas através do referido método.

Em termos internacionais, no que tange ao tema da presente tese, encontram-se diversos trabalhos que utilizam PSM para avaliar políticas de extensão tecnológica, sobretudo, em países em desenvolvimento. Neste sentido, Mendola (2007) realizou estudo conduzido no meio rural de Bangladesh sobre o impacto da utilização de tecnologia do tipo “Revolução Verde” (utilização de sementes melhoradas, insumos químicos, mecanização, irrigação, etc.) sobre a redução da pobreza. O estudo foi conduzido a nível nacional e contou com uma amostra de 1.113 produtores que adotaram inovações tecnológicas e 1.449 produtores que não

adotaram, encontrando evidência da relação direta e robusta entre transferência de tecnologia e impacto sobre o nível de renda das famílias.

Destacam-se outros trabalhos que também obtiveram relação positiva e robusta de políticas de extensão tecnológica e nível de renda e bem-estar (ASFAW, 2010; WU *et al.*, 2010). Josephat e Likangaga (2015) encontraram inferência diversa dos estudos apresentados anteriormente, ao verificar o efeito de extensão agrícola na Tanzânia, a partir de uma amostra de 359 participantes de um programa de transferência tecnológica e 519 não participantes. Este estudo não registrou diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos para quatro variáveis de interesse (lucratividade da produção de milho, valor dos animais, valor dos ativos domésticos da propriedade e valor dos ativos da propriedade), o que reforça a crença da influência de elementos institucionais e locais relativos à forma de condução da política pública sobre a efetividade em relação aos objetivos da ação estatal.

Outra linha de pesquisa refere-se aos efeitos de políticas públicas que estimulam práticas ambientais sustentáveis. Neste sentido, pode-se citar o estudo de Pufahl e Weiss (2009), que investigaram o efeito de dois tipos de programas agrícolas de cunho agroecológico, o programa de práticas agroambientais (AE) e o programa de áreas menos favorecidas (LFA), na Alemanha. Os resultados indicaram relação robusta entre a participação nestes programas, com a redução na demanda de insumos químicos (fertilizantes e defensivos agrícolas) e o aumento da lucratividade pelos produtores.

Em relação aos estudos nacionais, os primeiros trabalhos utilizando a técnica de *propensity score matching* se concentraram na avaliação dos efeitos dos programas de transferência de renda direta (Bolsa Escola e Bolsa Família) sobre consumo e padrão de vida das famílias beneficiadas (RESENDE; OLIVEIRA, 2008), sobre a frequência escolar e nível de renda (CAVALCANTI; COSTA; SILVA, 2013; MELO; DUARTE, 2010) e sobre gastos com alimentos em famílias rurais (DUARTE; SAMPAIO; SAMPAIO, 2009). Esses trabalhos registraram relação direta e robusta entre a participação no programa e as variáveis de interesse.

Particularmente, em relação aos programas especificamente agrícolas, destacam-se os trabalhos que investigaram os efeitos entre políticas de crédito rural (a maioria relacionadas ao PRONAF) e diversas variáveis de interesse. Passos (2014) também investiga a relação entre participação no PRONAF SUSTENTÁVEL e sustentabilidade de propriedades agrícolas, utilizando uma amostra de 60 agricultores beneficiados e 125 não beneficiados pelo programa. Os resultados demonstraram que o Índice de Gestão da Propriedade (utilizado para medir a sustentabilidade agrícola) foi significativamente superior para os participantes do

programa. Porém, Magalhães *et al.* (2006), analisando 4.500 observações (3.000 beneficiários e 1.500 não beneficiários das linhas de crédito do PRONAF (B, C e D)), não encontraram efeito significativo do PRONAF sobre o nível de renda e a produtividade dos beneficiários para o estado do Pernambuco.

Em trabalho que avalia o crédito rural num contexto mais amplo (não apenas voltado para a agricultura familiar), Santos e Braga (2013) investigaram o impacto do crédito rural sobre a produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras, utilizando microdados do censo agropecuário e o método de *propensity score matching*, constatando que o crédito rural não foi efetivo para aumentar a produtividade dos fatores agrícolas.

Em relação às políticas destinadas a alterar a estrutura agrária estadual, favorecendo a reforma agrária ou a aquisição de propriedade pelo agricultor familiar, dois trabalhos aplicados para o Estado do Ceará se destacam. A pesquisa de Maia, Khan e Sousa (2013) avaliou o impacto do programa federal de assentamento agrícola no estado do Ceará sobre a sustentabilidade de seus beneficiários a partir de uma amostra de 50 beneficiários e 70 não beneficiários, e identificou a não efetividade desta política na geração de impactos significativos sobre a qualidade de vida, desenvolvimento ambiental e político institucional dos beneficiários. Brito (2013) investigou os efeitos do Programa Nacional de Crédito Fundiário sobre o patrimônio e a qualidade de vida de agricultores familiares do Ceará a partir de uma amostra de 123 beneficiados e 201 não beneficiados. Verificou-se uma relação positiva e significativa entre participação do programa e elevação da qualidade de vida e renda, porém tal efeito inicia-se a partir do quarto ano de exposição ao programa, atingindo efeito máximo após seis anos de participação.

5. METODOLOGIA

5.1 Caracterização da área geográfica de estudo

A área de interesse para o estudo foi a microrregião do Cariri no Estado do Ceará. Segundo IPECE (2010a), na divisão do território estadual por microrregião geográfica, esta região é composta por oito municípios: Barbalha, Crato, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras e Santana do Cariri. Localiza-se ao sul do Estado do Ceará, fazendo divisa com o Estado de Pernambuco, abrange uma área de 4.115,82 km², onde vivem cerca de 534 mil habitantes divididos entre 19,84% de população rural e 80,16% de população urbana. A escolha desta microrregião se dá por dois fatores: a própria história do Projeto Hora de Plantar, sendo o Cariri a primeira região a receber as sementes de milho híbrido, em 1999 (SILVA, 2005); e, em segundo lugar, a importância significativa do plantio de milho para a região. Conforme dados do Sistema HPnet (CEARÁ, 2016), foram distribuídas para os municípios citados 195 toneladas de milho híbrido, correspondente a 8,8% das sementes desta cultura distribuídas no Estado.

Dos oito municípios que compõem a microrregião, sete fazem parte da Região Metropolitana do Cariri (RM Cariri), criada pela Lei Complementar Estadual nº 78/2009. Inserida na microrregião está a segunda maior concentração urbana do Estado, representada pela conurbação CRAJUBAR (triângulo formado pelos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha), que concentra cerca de 426.690 habitantes, representando 79,9% da população e 88,5% da população urbana da microrregião (IBGE, 2012b). Com exceção dos três municípios mencionados, os demais caracterizam-se como pequenos municípios rurais (por possuírem população inferior a 50 mil habitantes e densidade populacional inferior a 80 hab./km²) (CEARÁ, 2012a).

Segundo dados do último censo demográfico, a análise do IDH²² (Índice de Desenvolvimento Humano) revela acentuada assimetria nas realidades socioeconômicas municipais, enquanto os três municípios que compõem a conurbação CRAJUBAR estão entre os dez maiores IDH do Estado. Os demais municípios estão em posição intermediária (Nova Olinda – 60^a posição; Porteiras – 66^a posição; Missão Velha – 68^a posição; Jardim –

²² O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado pela ONU, serve como base empírica dos relatórios de desenvolvimento humano, é calculado pela média simples de três indicadores parciais (IDH-Longevidade, IDH-Renda e o IDH-Educação) (IPECE, 2010b).

89ª posição e Santana do Cariri – 91ª posição). Porém, ao se observar a posição do IDM²³ (Índice de Desenvolvimento Municipal), percebe-se nítida diferença no perfil, mantendo-se os municípios do CRAJUBAR com os maiores índices (Barbalha – 6ª posição; Crato – 17ª posição e Juazeiro do Norte – 35ª posição), enquanto os demais municípios posicionam-se acima da 90ª posição, com destaque para Porteira, que, em relação ao IDM, ocupa a 164ª posição de um total de 184 municípios do Estado (IPECE, 2015).

Apesar de inserida no semiárido, a região conta com boa disponibilidade de recursos hídricos e pluviosidade superior em função do predomínio na maioria dos municípios de áreas com clima tropical quente, semiárido brando e tropical quente subúmido (IPECE, 2013). Estes elementos têm possibilitado a expansão de fruticultura irrigada, com destaque para culturas como a banana (com 73% do valor da produção do cultivo em lavoura permanente), a uva, a manga, a castanha de caju e o maracujá. No tocante à produção de culturas tradicionais, cultivadas em sua ampla maioria em unidades de produção familiar, destacam-se produtos como: feijão, milho, tomate, cana-de-açúcar, mandioca e abacaxi. Em relação à pecuária, destaca-se a produção de carnes (bovinos, caprinos, suínos e aves) e leite e derivados, destinados a abastecer tanto o mercado regional quanto para exportação, cujo produto de maior destaque é o mel de abelha (IBGE, 2012b).

5.2 Fonte dos dados e procedimentos de determinação da amostra

Neste estudo, serão utilizados dados primários coletados mediante aplicação de questionário semiestruturado (Apêndice A) aos produtores de milho pertencentes a dois grupos: o primeiro é o grupo experimental dos produtores de milho beneficiados com sementes de milho híbrido do projeto Hora de Plantar; o segundo consiste no grupo controle, formado pelos produtores de milho que não receberam sementes híbridas pelo projeto Hora de Plantar.

A presente pesquisa objetiva comparar produtores beneficiários do Projeto Hora de Plantar com produtores não beneficiários, mas que não plantam milho híbrido, e sim milho comum ou variedade. Ademais, como a técnica de *propensity score matching* estabelece a necessidade do grupo controle ser formado por indivíduos que sejam elegíveis para o programa, há que se impor à amostra tais critérios de elegibilidade. Formalmente, para o

²³ O Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) é um índice sintético que tem por objetivo mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios, a partir de um conjunto de 30 indicadores fisiográficos, fundiários, agrícolas, demográficos, econômicos, infraestrutura de apoio e sociais (IPECE, 2010b).

cultivo de milho híbrido, o programa tem como limite de distribuição 100 kg de sementes por produtor (apesar da média de distribuição por produtor ter se mantido bem abaixo deste valor), o que permite o plantio de uma área de até 5 hectares. Neste sentido, evitou-se entrevistar produtores com área muito superior a esse limite.

Para Cochran (1985), a determinação do tamanho da amostra mínima, no caso da variável escolhida ser nominal ou ordinal, população finita, por meio de amostragem aleatória simples, deve utilizar a seguinte fórmula (COCHRAN, 1985):

$$n = \frac{(Z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q} \cdot N)}{[d^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}]} \quad (10)$$

Onde: n = tamanho inicial da amostra; Z = abscissa da distribuição normal-padrão; \hat{p} = proporção adotada; \hat{q} = complemento de \hat{p} ; d = erro de estimação; N = tamanho da população.

Em virtude do significativo déficit hídrico no ano de 2015 (FUNCEME, 2015), com possíveis distorções nos resultados da pesquisa, optou-se por concentrar a amostra nos municípios menos afetados. Assim, foram selecionados os municípios de Barbalha, Santana do Cariri e Nova Olinda em virtude dos agricultores destes municípios não terem recebido seguro Garantia Safra, sendo um indicativo de menores perdas na produção.²⁴ Neste sentido, o número total de beneficiários nos três municípios é de 1.648 produtores.

A estimação dos valores para as proporções de beneficiários e não beneficiários (valores dos parâmetros p e q) foi obtida por amostra piloto nas localidades de Santana (Barbalha), Araporanga (Santana do Cariri) e Triunfo (Nova Olinda). Tais localidades correspondem àquelas com significativo contingente de produtores de milho. A identificação dos não beneficiários nestas localidades foi efetuada através das respectivas associações de produtores. Identificados os não beneficiários, procedeu-se o cálculo das proporções deste grupo em relação aos beneficiários (cuja relação consta em cadastro na Ematerce), obtendo o valor de p igual a 90,3% (proporção de beneficiários) e q igual a 9,7%. Tais valores determinaram uma amostra mínima de 89 produtores beneficiários considerando-se um erro de 5% (valor de d = 0,05).

No tocante à operacionalização da técnica de *Propensity Score Matching*, foram utilizados os procedimentos descritos nos trabalhos de Magalhães *et al.* (2006); Maia, Khan e

²⁴ Segundo informações dos gerentes locais da Ematerce, o seguro safra beneficia os produtores cadastrados com área superior a 0,6 dos municípios afetados pela estiagem, cuja perda média da produção agrícola supere 50%.

Sousa (2013); Passos (2014) e Resende e Oliveira (2008). A aplicação desta técnica exige a formação de dois grupos: um experimental (ou tratamento), que é formado pelas famílias beneficiadas pela política pública, e o controle, constituído pelas famílias não beneficiadas pelo programa. Em função da possibilidade de descarte de observações nos possíveis pareamentos, é prática corrente que a amostra representativa do grupo controle seja superior à amostra do grupo tratamento, este valor varia de 20 a 40% (MAIA; KHAN; SOUSA, 2013). Optou-se, nesta pesquisa, por utilizar o acréscimo de 33,3%. Neste sentido, o grupo experimental ou tratamento (beneficiários do programa que receberam sementes de milho híbrido) foi formado por 90 indivíduos e o grupo controle (produtores não beneficiários que cultivaram milho comum ou variedade) por 120 indivíduos, totalizando 210 entrevistados.

A Tabela 6, discrimina a distribuição de beneficiários por municípios para a microrregião do Cariri, os municípios pesquisados e a distribuição da amostra entre grupos tratamento e controle. Tendo como limite o número de questionários definido anteriormente, procedeu-se a estratificação da amostra tomando como base o número de beneficiários por município pesquisado.

Tabela 6 - Composição estratificada da amostra, por grupo e municípios, Microrregião do Cariri, 2015

Municípios	Total de Beneficiados	Grupo Tratamento	Grupo Controle	Total por município
Barbalha	385	22	27	49
Nova Olinda	504	27	36	63
Santana do Cariri	759	41	57	98
TOTAL	1.648	90	120	210

Fonte: Elaboração própria com dados oferecidos pela Célula de Agricultura de Sequeiro – CODAF/DAS.

No município de Barbalha, foram aplicados questionários nas seguintes localidades: Santana, Boa Vista, Santa Cruz, Barro Vermelho e Baixio dos Cordas. No município de Santana do Cariri, as localidades pesquisadas foram: Araporanga, Brejo Grande, Latão e Inhumas. Em Nova Olinda, foram entrevistados produtores das seguintes localidades: Triunfo, Barreiros e Lagoa dos Patos.

5.3 Procedimentos para a construção do Índice de Sustentabilidade da Produção

Dada a característica multidimensional da sustentabilidade agrícola, optou-se, neste trabalho, por abordar esta questão a partir das dimensões econômica, ambiental e tecnológica. A dimensão econômica objetiva captar o impacto do Projeto Hora de Plantar sobre o nível de renda dos agricultores familiares. Isto se justifica pelo fato dos agricultores familiares, sobretudo, os inseridos em regiões semiáridas, apresentarem baixo nível de renda. Assim, o aspecto econômico representa, de modo geral, um dos principais objetivos de políticas públicas aplicadas a este perfil de produtores. A dimensão tecnológica objetiva captar o efeito da incorporação de tecnologia sobre a sustentabilidade. No escopo do presente trabalho, avaliar tal dimensão é vital em virtude do referido programa objetivar a transferência de tecnologia ao agricultor familiar via utilização de sementes híbridas de alto potencial produtivo. Na dimensão ambiental, objetiva-se captar os efeitos das práticas produtivas sobre o meio ambiente. A esse respeito, conforme abordado no referencial teórico, a literatura destaca o efeito do processo de modernização agrícola sobre o ambiente natural e a tendência de manutenção de práticas produtivas tradicionais com graves efeitos sobre o meio ambiente (como as queimadas). O Projeto Hora de Plantar incentiva o produtor a adotar práticas ambientalmente mais sustentáveis ao oferecer incentivos na forma de desconto da parcela que cabe ao produtor do custo das sementes, ou seja, além de subsidiar o custo de sementes híbridas, o produtor que adotar práticas sustentáveis terá um desconto maior, que pode chegar a 40% no valor a ser pago pelas sementes (CEARÁ, 2015).

Para a mensuração da sustentabilidade agrícola dos produtores selecionados, utilizou-se o Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP), que consiste na média aritmética dos escores obtidos de três índices que abordam as seguintes dimensões citadas: Índice de Contribuição Econômica (ICE), Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP) e Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP), em que os escores desses índices assumem valores de 0 a 1. Conforme o Quadro 3, tanto o Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP), quanto os subíndices e os respectivos indicadores foram classificados em três categorias.

Quadro 3 - Classificação dos índices e indicadores por faixa de escores

Classificação dos índices	Faixa de escores
Baixo	de 0,0 a 0,499
Médio	de 0,500 a 0,799
Alto	De 0,800 a 1,0

Fonte: Adaptado de Passos (2014) e Damasceno, Khan, Lima (2011).

As variáveis a serem utilizadas na composição dos índices baseiam-se nos estudos de Passos (2014) e Silva (2005) com as adaptações pertinentes. O Índice de Contribuição Econômica (ICE) objetiva mensurar a contribuição econômica da cultura do milho para a renda familiar, e incorpora como única variável a Margem Bruta por hectare advinda da produção de milho. A margem bruta representa a capacidade do produtor rural remunerar os custos diretos de produção e manter sustentabilidade de curto prazo (VIANA; SILVEIRA; 2009). No âmbito desta pesquisa, tal conceito mostra-se mais adequado em virtude da composição da amostra basear-se em pequenos produtores, que não possuem máquinas e equipamentos (o que impossibilita a estimação de despesas de manutenção com estes itens). Ademais, não foram estimadas as despesas com depreciação, em virtude da dificuldade de se estimar o capital dos produtores, mesmo porque a maioria possuía apenas instrumentos de produção simples (enxada, foice, arado, machado, etc.) e muito antigos, cuja idade ultrapassa a vida útil (não sendo possível a depreciação). Deste modo, a indisponibilidade de dados impossibilitou a estimação do custo operacional de produção. A Margem Bruta da produção de milho é definida pela expressão (HOFFMANN et al., 1978; LAMPERT, 2003):

$$MB = RBT - CV \quad (11)$$

Onde: RBT é a Renda Bruta Total obtida com a venda da produção de milho, somados aos valores correspondentes a autoconsumo e estoques; CV representa o custo variável da produção de milho que inclui, além dos custos de mão de obra, custo da terra, sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, despesas com mecanização, colheita, etc.

Optou-se por não considerar a renda agrícola da propriedade em virtude das possíveis distorções na análise, visto que a presente pesquisa restringe-se a comparar produtores beneficiados com distribuição de sementes híbridas de milho no âmbito do Projeto Hora de Plantar com produtores não beneficiários do programa que utilizam milho comum ou variedade.

Na construção do Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP), foram utilizadas variáveis que objetivam mensurar a adoção de práticas de conservação que reduzam o impacto ambiental da atividade agrícola. Para este fim, foram adotados os seguintes indicadores:

- a) Indicador de Práticas Ambientais de Preparo do Solo (IPAPS) – que se propõe a identificar a existência de práticas ambientais que possam causar danos ambientais, como desmatamento e queimada.

- b) Indicador de Práticas de Plantio e Adubação (IPPA) – com este indicador, pretende-se identificar a existência de práticas de plantio com menor dano ambiental e menor dependência de insumos químicos, como o uso de técnicas de proteção contra a erosão no plantio de terrenos inclinados, utilização de plantio direto, rotação de culturas para permitir a recomposição de nutrientes do solo, utilização de adubação orgânica, utilização adequada da adubação química, etc.
- c) Indicador de Prática de Pós-Plantio (IPPP) – neste caso, abordou-se, sobretudo, a forma de manejo de plantas daninhas, que podem reduzir drasticamente a produtividade da cultura do milho devido à competição por nutrientes e iluminação, sendo recomendado seu controle. Neste indicador, investigou-se a existência de manejo mecânico (capina manual ou mecânica) e manejo químico. Em decorrência dos danos ambientais potenciais do manejo químico, sobretudo em virtude do acúmulo de resíduos no solo, as práticas de manejo mecânico foram consideradas ambientalmente mais adequadas. Há que se destacar, todavia, que, em muitos casos, há forte inter-relação entre as práticas agrícolas. Assim, por exemplo, práticas de proteção do solo, como adubação verde e rotação de cultura, também se mostram eficientes em limitar a infestação de plantas daninhas (CRUZ *et al.*, 2008).
- d) Indicador de Práticas de Combate a Pragas (IPCP) – este indicador objetiva identificar o potencial de dano ambiental pelo uso excessivo de defensivos químicos, além de identificar os produtores que adotam práticas de controle de pragas menos impactantes ambientalmente;
- e) Indicador de Preservação de Recursos Ambientais (IPRA) – a sustentabilidade da atividade agrícola depende da conservação dos recursos ambientais, como recursos hídricos, solo, biodiversidade, etc. Neste sentido, foi investigada a utilização de técnicas que propiciem a conservação do solo, a redução da probabilidade de erosão, a preservação de nascentes e as práticas de reflorestamento. No entanto, há que se considerar que tais práticas, apesar não se traduzirem em benefícios diretos exclusivos ao produtor, geram externalidades que possibilitam ganhos coletivos de longo prazo.
- f) Indicador de Gestão de Resíduos Sólidos (IGRS) – este indicador avalia o reaproveitamento de resíduos orgânicos e o reúso de embalagens e resíduos

plásticos não tóxicos, bem como a destinação adequada às embalagens de resíduos tóxicos.

Tais indicadores objetivam captar a existência de consciência ecológica do produtor e conhecimento técnico de modo a evitar problemas ambientais que afetam não só o ambiente, mas a capacidade produtiva do solo.

O Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP) investiga o grau de adequação das práticas produtivas executadas pelos agricultores pesquisados em relação à tecnologia padrão da cultura do milho, não incluindo técnicas de elevado padrão tecnológico. O índice foi construído a partir de Silva (2005), que avaliou os aspectos competitivos e tecnológicos da produção de milho híbrido por agricultores familiares e Cruz *et al* (2008), que abordaram os aspectos produtivos da cultura do milho. Na construção do IATP, foram utilizados os seguintes indicadores:

- a) Indicador Tecnologia de Preparo do Solo (ITPS) – objetiva identificar a utilização por parte do produtor de práticas adequadas de manejo e preparação do solo, visando o aumento de produtividade. Inclui como variáveis a análise de solo, aração e execução de gradagem cruzada.
- b) Indicador Tecnologia de Sementes (ITS) – identifica tanto a utilização de sementes melhoradas, quanto a adaptação das mesmas às condições edafoclimáticas dos municípios pesquisados, bem como a existência de tratamento das sementes com fungicidas para controle de fungos associados às sementes de milho e proteção contra fungos do solo (CRUZ *et al.*, 2008).
- c) Indicador Tecnologia de Plantio (ITP) – neste indicador, investiga-se a utilização de práticas de plantio, como plantio manual ou mecânico, e características de plantio, como espaçamento entre covas, número de sementes por cova e espaçamento entre filas na geração de um stand final de densidade de plantas recomendado para a maioria das variedades. Toma-se como padrão o stand final de 50.000 plantas por hectare por ser esta a densidade recomendada para a cultura de milho híbrido na região (CRUZ *et al.*, 2008; PACHECO *et al.*, 2009).
- d) Indicador Tecnologia de Desbaste (ITD) – o desbaste representa técnica de retirada do excesso de plantas por cova, deixando duas plantas mais sadias por cova como forma de promover uma adequada densidade de plantas e evitar a competição por iluminação e nutrientes (CRUZ *et al.*, 2008, LIRA *et al.*, 2010).

- e) Indicador Tecnologia de Controle Fitossanitário (ITCF) – as recomendações técnicas à cultura do milho não objetivam apenas promover o aumento de produtividade da cultura, mas também evitar perdas, pois o milho, como qualquer cultura comercial, está suscetível ao ataque de diversas pragas, tanto plantas daninhas, cuja competição por iluminação e nutrientes podem causar perda de produtividade, quanto por insetos, larvas, fungos, etc. que potencialmente podem prejudicar o desenvolvimento da planta, promovendo, em casos de infestação severa, perdas significativas na produção (CRUZ *et al.*, 2008, LIRA, *et al.*, 2010). Neste sentido, este indicador objetiva inferir sobre a utilização e amplitude do controle de pragas, seja ele químico ou biológico.
- f) Indicador Tecnologia de Pós-Colheita (ITPC) – neste indicador, investiga-se a utilização, por parte do produtor, de técnicas ou produtos que evitem perdas no armazenamento da produção oriundas de ataque de insetos aos grãos de milho. Neste caso, modificaram-se ligeiramente os quesitos em relação ao estudo de Silva (2005), introduzindo uma variável *dummy* para risco de armazenamento, pois se percebeu que algumas formas de armazenamento, como tambor ou garrafas pet fechadas, reduzem drasticamente o risco de ataques por insetos. Obviamente, tais soluções mostram-se adequadas apenas para a pequena produção e representam alternativas ambientalmente menos impactantes do que a aplicação de produtos químicos aos grãos armazenados. As demais variáveis consideram a existência de problemas com insetos e a utilização de produtos químicos destinados a controlar ataques de insetos no armazenamento dos grãos.
- g) Indicador dos Serviços de Assistência Técnica (ISAT) – a prestação adequada e frequente de serviços de assistência técnica tende a promover tanto a melhoria da produtividade quanto à adequação do produtor aos procedimentos técnicos padrão da referida cultura, além de ocasionar a introdução e a difusão de novas práticas produtivas. Neste sentido, foram avaliados o recebimento, a forma de prestação da assistência (individual ou coletiva) e a frequência da prestação do serviço. A escala de valores segue Silva (2005) e Passos (2014).
- Em termos analíticos, o cálculo do ISP foi realizado a partir da seguinte equação:

$$ISP = \frac{1}{K} \sum_{p=1}^k I_p \quad (12)$$

Onde: ISP = Índice de Sustentabilidade da Produção; I_p = valor do p-ésimo índice.

Cada índice, por sua vez, é formado a partir de um conjunto de indicadores. Apesar de possuírem número diverso de variáveis, optou-se por estabelecer pesos iguais entre os indicadores na composição do respectivo índice. Assim, o valor do p-ésimo índice e a contribuição do q-ésimo indicador foram calculados, conforme a seguir:

$$I_p = \frac{1}{S} \sum_{q=1}^s C_q \quad (13)$$

$$C_q = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^n \frac{E_{ij}}{Emax_i} \right) \right] \quad (14)$$

Onde: C_q = representa a contribuição do q-ésimo indicador no p-ésimo índice dos agricultores familiares; E_{ij} = escore da i-ésima variável do q-ésimo indicador obtida pelo j-ésimo agricultor familiar; $Emax_i$ = escore máximo da i-ésima variável do q-ésimo indicador; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador “q”); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares); $q = 1, \dots, s$ (número de indicadores que compõem o p-ésimo índice).

No Quadro 4, são apresentados os índices, indicadores e variáveis referentes à construção do Índice de Sustentabilidade utilizados neste trabalho.

Quadro 4 - Definição dos índices, indicadores e variáveis utilizados

Indicadores	Variáveis e sua Operacionalização
Índice de Contribuição Econômica	
Margem Bruta por hectare com a cultura do milho	Índice para a margem bruta por hectare com a cultura do milho ajustada para um escala proporcional, sendo um para o maior valor e zero para o menor valor.
Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP)	
Indicador de Práticas Ambientais de Preparo do Solo (IPAPS)	Faz desmatamento: 0 = sim; 1 = não
	Faz queimada: 0 = sim; 1 = não
Indicador de Práticas de Plantio e Adubação (IPPA)	Utiliza curva de nível ou terraço: 1 = sim, 0 = não—quando aplicável (terrenos inclinados)
	Usa plantio direto: 1 = sim; 0 = não
	Faz rotação de culturas: 1 = sim; 0 = não
	Usa esterco: 1 = sim; 0 = não
	Quantidade recomendada de fertilizante químico: 1 = sim; 0 = não
	Utiliza compostagem ou biofertilizante: 1 = sim, 0 = não
Faz adubação verde: 1 = sim, 0 = não	

Quadro 4 – Definição dos índices, indicadores e variáveis utilizados (continuação)

Indicadores	Variáveis e sua Operacionalização
Indicador de Práticas de Pós-Plantio (IPPP)	Não faz capina = 0; usa herbicida = 1, capina manual = 2
Indicador de Práticas de Controle de Pragas (IPCP)	Métodos de combate de pragas: controle químico = 0, não usa nada (1), controle biológico (2)
	Frequência de uso do controle químico: 0 = mais 2 vezes; 1 = 2 vezes; 2 = uma vez
Indicador de Gestão de Resíduos Sólidos (IGRS)	Reutiliza resíduos orgânicos: 1 = sim, 0 = não
	Faz reaproveitamento de resíduos inorgânicos (embalagens em geral): 1 = sim, 0 = não
	Descarte irregular de embalagens de produtos tóxicos: 1 = não, 0 = sim
Indicador de Práticas de Preservação de Recursos Ambientais (IPRA)	Utiliza cobertura vegetal permanente: 1 = sim; 0 = não
	Faz pouso: 1 = sim, 0 = não
	Faz conservação de mata ciliar: 1 = sim, 0 = não, (x) – não se aplica ¹
	Faz reflorestamento: 1 = sim, 0 = não
Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP)	
Indicador Tecnologia de Preparo do Solo (ITPS)	Análise do solo: 1 = sim; 0 = não
	Aração: 1 = sim; 0 = não
	Gradagem cruzada: 2 = sim; 0 = não
Indicador Tecnologia de Sementes (ITS)	Usa a variedade recomendada para o município: 1 = sim; 0 = não
	Fonte de sementes: grão semente = 0; própria selecionada ou adquirida no comércio = 1; distribuída pelo Estado = 2
	Sementes contam com tratamento com fungicidas: 1 = sim; 0 = não
Indicador Tecnologia de Plantio (ITP)	Plantio manual = 0; plantio mecânico = 1; recomendação entre covas (menor ou igual a 40 cm = 1, 0 = caso contrário); número de sementes recomendadas (menor ou igual a 3 sementes = 1, 0 = caso contrário); recomendação entre filas (entre 50 e 100 cm = 1; 0 = caso contrário).
Indicador Tecnologia de Desbaste (ITD)	Realiza desbaste: 1 = sim; 0 = não
Indicador Tecnologia de Controle Fitossanitário (ITCF)	Não realiza = 0; utiliza defensivo químico = 1; utiliza controle ecológico de pragas = 3
	Amplitude do controle: inseticida (1 = sim, 0 = não); herbicida (1 = sim, 0 = não); fungicida (1 = sim, 0 = não).
Indicador Tecnologia de Pós-Colheita (ITPC)	Baixo risco de armazenamento: 1 = sim, 0 = não Gastoxim ou pastilhas: 2 = sim; 0 = não
Indicador dos Serviços de Assistência técnica (ISAT)	Recebe Assist. Técnica: 0 = não; 1 = sim
	Forma de recebimento Assist. Téc.: 1 = em grupo; 2 = individual
	Frequência Assist. Téc.: 1 = mais de 2 meses; 2 = a cada 2 meses; 3 = mensalmente; 4 = a cada 15 dias

Notas: (1) – a condição “não se aplica” diz respeito às áreas que não se encontram próximas ou não possuem mata ciliar. Neste sentido, o cálculo do índice para o agricultor correspondente não considerou este item.

Fonte: Adaptado de Passos (2014) e Silva (2005)

É necessário observar que, apesar de outros índices de sustentabilidade preconizarem a necessidade de inclusão das dimensões sociais e político-institucionais, optou-

se, na presente pesquisa, por não incluir tais dimensões por dois motivos. O primeiro diz respeito à necessidade de adequação do índice de sustentabilidade às dimensões passíveis de serem afetadas pela política pública, não fazendo sentido avaliar-se dimensões não afetadas diretamente pelo projeto Hora de Plantar. O segundo motivo é que, como o método de *propensity score matching* compara grupos que sejam os mais homogêneos possíveis, sendo comum na pesquisa de campo a presença de beneficiários e não beneficiários das mesmas comunidades rurais, possivelmente os indicadores sociais e político-institucionais sejam muito semelhantes entre os grupos, sobretudo os aspectos políticos-institucionais, como o capital social, pois representam características que se constroem coletivamente no espaço comunitário pelo estabelecimento de uma trama de reciprocidade e confiança e impacta na capacidade de articulação externa, potencializando efeitos impossíveis de serem adequadamente individualizados (ALVES; RODRIGUES; PINHEIRO, 2014).

5.4 Testes estatísticos

Em função do estudo basear-se em estimativas amostrais, torna-se necessária a utilização de diversos testes estatísticos para a validação dos resultados oriundos da respectiva realidade empírica. Nas seções seguintes, estão descritos os testes paramétricos e não paramétricos utilizados na análise descritiva das informações coletadas na pesquisa de campo.

5.4.1 Teste para comparação de médias entre amostras independentes

Na análise descritiva dos dados tabulados, para variáveis de natureza quantitativa, uma questão crucial diz respeito à comparação de médias entre os grupos controle (composto pelos agricultores não beneficiários do programa) e tratamento (formado pelos agricultores beneficiários do programa). Para se atingir tal objetivo, o teste mais adequado é o t de Student, que testa se duas amostras independentes possuem médias significativamente diferentes. Neste teste, as variâncias populacionais são desconhecidas. A aplicação do teste t tem como requisitos que a variável em estudo tenha distribuição normal. A hipótese nula do teste (H_0) é que as médias entre grupos são iguais ($\mu_x = \mu_y$). Em caso de homogeneidade das variâncias, a estatística-teste será expressa por (MAROCO, 2007):

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y})}{\hat{S} \cdot \left(\sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}} \right)} \quad (15)$$

Onde:

$$\hat{S} = \sqrt{\frac{(n_x - 1) \cdot S_x'^2 + (n_y - 1) \cdot S_y'^2}{n_x + n_y - 2}} \quad (16)$$

Em que \bar{X} e \bar{Y} são as médias amostrais dos grupos X e Y; $S_x'^2$ e $S_y'^2$ são as variâncias amostrais corrigidas dos referidos grupos, e n_x , n_y representam o número de observações em cada grupo ou amostra; e \hat{S} representa o desvio-padrão estimado da população.

Para variâncias não homogêneas, tem-se:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}} \quad (17)$$

Como todo teste de hipótese, após o cálculo da estatística-teste, o referido valor deve ser confrontado com os valores críticos da distribuição t com (n-2) graus de liberdade.²⁵

No que tange ao presente estudo, a não normalidade das variáveis não se constitui em violação do pressuposto de normalidade do teste t, pois, em virtude do Teorema do Limite Central, ainda que as variáveis analisadas não sejam normalmente distribuídas, sua média tende à distribuição normal para grandes amostras ($n > 30$) (NEUFELD, 2003), tal condição está presente nesta pesquisa ao se utilizar de uma amostra de 210 produtores.

²⁵Por fugir ao escopo do presente pesquisa, omitiu-se a explanação exaustiva sobre as distribuições de probabilidade de cada teste aqui abordado. Para consulta mais detalhada, ver Fávero *et al* (2009) e Maroco (2007).

5.4.2 Teste para homogeneidade das variâncias

Como descrito anteriormente, a homogeneidade das variâncias é uma suposição presente para a comparação de duas ou mais amostras. A identificação sobre a homogeneidade das variâncias é obtida por meio do teste de Levene. A hipótese nula estabelece que as variâncias das diferentes populações relacionadas às amostras são iguais. Segundo Maroco (2007), a estatística-teste de Levene é dada por:

$$W = \frac{(N - k)}{(k - 1)} \cdot \left[\frac{\sum_i^k n_i \cdot (\bar{Z}_i - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} (Z_{ij} - \bar{Z}_j)} \right] \sim F_{k-1, N-k, \alpha} \quad (18)$$

Onde:

n_i = é a dimensão de cada uma das k amostras ($i = 1, 2, \dots, k$);

N é a dimensão da amostra global ($N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$);

$Z_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}_i|$ são os desvios absolutos da observação j da amostra i em relação à média da amostra i (\bar{X}_i);

X_{ij} é a observação j da amostra i ;

\bar{Z}_i é a média de Z_i na amostra i ;

\bar{Z} é a média de Z_i na amostra global.

Em caso de não homogeneidade da variância, o software SPSS versão 17.0 corrige automaticamente.

5.4.3 Teste de homogeneidade (teste Qui-quadrado e Exato de Fischer)

O teste Qui-quadrado de homogeneidade pode ser utilizado em amostras onde a variável nominal assume duas ou mais categorias. Tal teste pode ser utilizado para comparar proporções de indivíduos em diferentes populações, ou seja, pode-se testar a afirmação de que diferentes populações (ou grupos) têm a mesma proporção de indivíduos com alguma característica, o teste compara as frequências observadas com as frequências esperadas para cada categoria²⁶ (FAVERO *et al.*, 2009; MAROCO, 2007).

A hipótese nula (H_0) é que os indivíduos das diferentes populações distribuem-se de forma idêntica entre as categorias. Sob o pressuposto de homogeneidade, a proporção de

²⁶ Supondo independências entre os grupos para a característica investigada

indivíduos em cada categoria deve ser a mesma em todas as populações ou grupos. Deste modo, a homogeneidade entre as populações implica independência entre as categorias do atributo A e as diferentes populações. A estatística do teste de homogeneidade pode ser descrita como:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \left[\frac{(O_{ij} - \hat{e}_{ij})^2}{\hat{e}_{ij}} \right] \quad (19)$$

Onde: O_{ij} representa as características observadas i na população j ; \hat{e}_{ij} representa as frequências esperadas da característica i para a população j ; s é o número de categorias do atributo A; e r o número de populações ou grupos.

Tal estatística-teste tem distribuição Qui-quadrado com $(r-1)(s-1)$ graus de liberdade.

Para aplicação do referido teste, é necessário que (FAVERO *et al.*, 2009; MAROCO, 2007): a) cada observação pertença a somente uma classe; b) haja um grande número de observações ($n > 30$), sendo necessário que mais de 20% das células agreguem pelo menos 5 observações; c) não existam células vazias (sem observações) para algum grupo ou população.

Em tabelas de contingência do tipo 2×2 , o teste Exato de Fischer pode ser aplicado em substituição ao teste do Qui-quadrado quando há violação dos seus requisitos básicos.

A probabilidade condicional de se obter a verdadeira matriz de distribuição de probabilidade é dada pela equação (MAROCO, 2007; PASSOS, 2014):

$$P_{custoff} = \frac{(L_1! L_2! \dots L_r!)(C_1! C_2! \dots C_s!)}{N! \prod_{ij} O_{ij}!} \quad (20)$$

Onde L e C representam, respectivamente, a soma das linhas e colunas da tabela de contingência (2×2) do Teste Qui-quadrado.

Na impossibilidade de aplicação do Teste de Fischer (tabelas diferentes do tipo 2×2), uma alternativa é a agregação de categorias (MAROCO, 2007).

5.5 Propensity score matching: aspectos conceituais e metodológicos

5.5.1 Hipóteses e formalização do modelo

O escore de propensão aqui denotado por $p(x)$ representa a probabilidade de um indivíduo ser selecionado para participar do programa a partir de características observáveis, assim:

$$p(X) = Pr(T = 1|X) = E(T|X) \quad (21)$$

Onde $T = \{0,1\}$ é um indicador de exposição ao tratamento, ou seja, é uma variável *dummy* que assume valor 1 para o indivíduo que recebe o tratamento e valor 0 para o indivíduo não tratado e X é um vetor multidimensional de características observáveis. Uma condição adicional chamada de condição de balanceamento (*balancing condition*) afirma que a função escore de propensão é um *balanced score*, de forma que o vetor X é ortogonal ao vetor de Tratamento (T) condicional a $p(x)$, assim:

$$X \perp T|p(X) \quad (22)$$

A validade do modelo de PSM está condicionada às duas condições ou hipóteses: a) independência condicional; b) existência de suporte comum ou sobreposição significativa dos escores de propensão da amostra de beneficiários e não beneficiários (ROSENBAUM; RUBIN, 1983).

O pressuposto de independência condicional afirma que, para um dado conjunto X de covariáveis observáveis não afetadas pelo tratamento, os resultados potenciais (Y) são independentes da designação do tratamento (T). Se Y_1 representa o resultado para beneficiários e Y_0 o resultado para não beneficiários, então a independência condicional implica:

$$(Y_1, Y_0) \perp T|X \quad (23)$$

E, pela condição de balanceamento (eq. 37), decorre que:

$$(Y_1, Y_0) \perp T_i|p(X) \quad (24)$$

Este pressuposto implica que a escolha de beneficiários para participação do programa é baseada inteiramente em características observadas (ROSENBAUM; RUBIN, 1983). É importante ressaltar que a independência condicional representa uma hipótese forte e não é um critério testável diretamente, dependendo de características específicas do programa em si, se características não observáveis determinam a inserção no programa, o pressuposto é violado e o método PSM não é apropriado (KHANDKER; KOOWAL; SAMAD, 2010).

O pressuposto de suporte comum ou condição de sobreposição requer a existência de observações para ambos os grupos (tratamento e controle) para cada característica X . Isto assegura que as observações do grupo tratamento encontram-se “nas proximidades” das observações do grupo controle na distribuição do escore de propensão. Em termos estatísticos, implica que as distribuições de probabilidade dos escores de propensão dos dois grupos se sobreponham em grande parte (HECKMAN; LALONDE; SMITH, 1999). Assim, em termos formais para cada valor de X , existe uma probabilidade positiva para tratados e não tratados, de modo que:

$$0 < \Pr(T = 1|X) < 1 \quad (25)$$

Rosenbaum e Rubin (1983) mostram que, se a exposição ao tratamento é aleatória para o vetor X , também será aleatória para uma variável unidimensional $p(X)$. Como resultado, dado um conjunto de indivíduos denotados por i , se o propensity score $p(X_i)$ é conhecido, então o efeito médio do tratamento sobre os tratados (*ATT – Average effect of Treatment on Treated*) pode ser estimado da seguinte forma:

$$ATT = E(Y_1|T = 1) - E(Y_0|T = 1) \quad (26)$$

Da condição de independência condicional (CIA) decorre que o viés de seleção é zero (ver eq. 7), o que implica que²⁷:

$$E(Y_0|T = 1, X) = E(Y_0|T = 0, X) = E(Y_0|T = 0, p(X)) \quad (27)$$

Deste modo, utilizando as leis das Expectativas Interadas, a equação 26 pode ser reescrita como:

$$ATT = E_{p(X)|T=1}[E(Y_1|T = 1, p(X)) - E(Y_{01}|T = 0, p(X))] \quad (28)$$

²⁷ Para uma demonstração, ver Rosenbaum e Rubin (1983) e Imbens (2000).

5.5.2 Procedimentos metodológicos para aplicação da técnica de propensity score matching

Em termos operacionais, o modelo foi executado em cinco etapas. Em primeiro lugar, estimou-se a função escore de propensão a partir de um modelo de escolha binária (Logit ou Probit), incluindo como variáveis independentes as características observáveis dos dois grupos. Em segundo lugar, após estimação do *propensity score*, procedeu-se ao pareamento dos indivíduos dos grupos tratamento e controle. Na terceira etapa, testaram-se as hipóteses do modelo verificando-se a homogeneidade entre os grupos no que tange às covariáveis observadas. Em seguida, estimou-se o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT) e realizou-se a análise dos resultados e parâmetros do modelo. Por fim, aplicou-se a técnica de análise de sensibilidade para testar a robustez dos resultados oriunda do modelo estimado (BECKER; ICHINO, 2002; CALIENDO; KOPEINIG, 2005; KHANDKER; KOOWAL; SAMAD, 2010).

5.5.2.1 Definição e estimação do modelo de escolha binária

Como mencionado anteriormente, a estimação do escore de propensão necessário para se proceder ao pareamento das observações entre os grupos tratamento e controle ocorre a partir de um modelo de escolha binária, em que a designação de tratamento (variável dependente binária) é especificada em função de covariáveis observáveis. Os dois modelos de escolha binária mais utilizados são os modelos Logit e Probit, não havendo previsão teórica sobre qual dos modelos seja o mais adequado (CALIENDO; KOPEINIG, 2005; CAMERON; TRIVEDI, 2005; MADDALA, 1992).

O modelo Logit supõe uma função densidade de probabilidade acumulada logística, na qual a probabilidade de um indivíduo receber o tratamento, dado um conjunto de covariáveis X , é expressa por:

$$P(T|X) = p(x) = \frac{e^{\lambda h(x)}}{1 + e^{\lambda h(x)}} \quad (29)$$

Onde $h(x)$ é uma função de covariáveis com termos lineares.

Em termos computacionais, a equação (29) é linearizada aplicando-se o operador logaritmo natural aos dois lados da equação, o que conduz a:

$$\ln\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K \quad (30)$$

O primeiro termo da equação representa o logaritmo natural da razão de probabilidade de um indivíduo ser tratado/não ser tratado (termo conhecido como *odds ratio*).

O Modelo Probit, por sua vez, supõe uma função densidade de probabilidade acumulada normal.

Assim, a probabilidade de um indivíduo i receber o tratamento é dada por:

$$P(T = 1|X) = \int_{-\infty}^{h(x)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad (31)$$

Onde t representa uma variável normal padronizada.

As distribuições normal e logística são similares, apresentando a função densidade de probabilidade logística de maior área nas caudas em relação à distribuição normal. Como não há consenso na literatura sobre a melhor distribuição, a escolha recai sobre a que melhor se ajusta aos dados empíricos.

A qualidade do ajustamento do modelo leva em consideração diversos parâmetros, que fornecem informações tanto em termos da significância dos coeficientes estimados quanto para a comparação de modelos ou especificações alternativas. A significância dos coeficientes estimados para cada variável, independente do modelo de escolha binária, é feita pela Razão de Máxima Verossimilhança ou Estatística LR. Tal estatística se assemelha ao teste “F” de Snedecor, aplicado ao Método de Mínimos Quadrados Ordinários, para testar a significância conjunta das variáveis independentes. Outra estatística a ser utilizada para se avaliar o ajustamento do modelo é o coeficiente McFadden R^2 apontado, para modelos de escolha binária, como indicador melhor que o coeficiente de determinação R^2 . Tal coeficiente indica o percentual de casos classificados como tratado ou controle que podem ser explicados pelo comportamento do vetor de variáveis quantitativas (CAMERON; TRIVEDI, 2005; MADDALA, 1992). Para a comparação e seleção de modelos, além dos parâmetros citados anteriormente, foram utilizados critérios adicionais, como: o critério de Informação de Akaike (AIC), o critério de Informação Bayesiano (BIC) e o percentual de casos corretamente classificados (PASSOS, 2014; RAFTERY, 1995). Assim, após a obtenção dos dados da pesquisa de campo, selecionou-se o modelo Logit, visto que apresentou os melhores resultados em termos de ajustamento aos dados empíricos.

A omissão de covariáveis relevantes na especificação da equação causa viés na estimativa do *propensity score*. Neste sentido, Heckman, Ichimura e Todd (1997, 1998) afirmam que este problema pode ser minimizado na presença de três condições gerais. Em primeiro lugar, a utilização, se possível, do mesmo instrumento de pesquisa ou fonte de dados para os dois grupos pesquisados, pois a utilização das mesmas fontes ajuda a garantir que as características observadas a serem inseridas no modelo são mensuradas de forma semelhante entre os dois grupos e, assim, reflete os mesmos conceitos. Em segundo lugar, a utilização de uma amostra representativa para os dois grupos, sendo recomendável que a amostra de não beneficiários seja substancialmente maior que a de beneficiários, de modo a permitir melhores pareamentos. Em terceiro lugar, devem-se selecionar amostras entre indivíduos que estão sujeitos aos mesmos incentivos econômicos que poderiam influenciar suas ações (como participar do programa). Esta condição poderia ser cumprida se fossem escolhidos indivíduos da mesma localidade ou região (RAVALLION, 2008).

Além das variáveis correspondentes ao perfil socioeconômico dos produtores, e características da área plantada, foram utilizadas *dummies* para localidade. Tais variáveis foram incluídas na presente análise visando captar, ainda que indiretamente, outros elementos passíveis de influenciar a atribuição do programa, como a produtividade dos solos da localidade, articulação institucional da comunidade, dinamismo econômico, proximidade dos centros urbanos, etc.

Passos (2014) apresenta três métodos principais para a seleção de variáveis e ajustamento do modelo logit/probit. O primeiro é o sugerido por Heckman, Ichimura e Todd (1997), que consiste em inclusão de variáveis por tentativa e erro com o objetivo de maximizar a taxa de previsão do modelo para a amostra. O segundo é muito utilizado para a seleção de variáveis em modelos econométricos de um modo geral, e consiste na observação da significância estatística dos coeficientes estimados. Assim, uma nova variável é mantida se for estatisticamente significativa e aumentar a taxa de previsão do modelo. O terceiro refere-se à validação cruzada “*leave-one-out*”. A ideia deste método é iniciar a modelagem com um conjunto mínimo de covariáveis (apenas duas) e ir agregando blocos de variáveis, comparando, em cada estimativa, os parâmetros utilizados para ajustamento do modelo.

No Quadro 5, são descritas as covariáveis a serem utilizadas para a definição do modelo de escolha binária.

Quadro 5 – Variáveis determinantes da participação no Projeto Hora de Plantar

Sigla	Descrição da Variável	Atribuição de Valores
P	Variável dependente	1 = beneficiários; 0 = não beneficiários
ID	Idade	Em anos
SEXO	Sexo	1 = masculino; 0 = feminino
EC	Estado civil	1 = com cônjuge; 0 = sem cônjuge
NPR	Número de pessoas na residência	Número de pessoas que residem com o entrevistado
NF	Número de filhos	Número de filhos do entrevistado
ALFAB	<i>Dummy</i> para alfabetização	Sim = 1; não = 0
ESCOL	Nível de escolaridade do produtor	Sem instrução = 0; ensino fundamental = 1; ensino médio = 2; ensino superior = 3
CP	Condição do produtor em relação à terra	0 = cedido ou assentado; 1 = arrendatário; 2 = proprietário.
RP	Tipo de residência do produtor	Propriedade = 1; sede do município = 2; povoado rural = 3, outro município = 4
CM	Condições de moradia	Própria = 1; alugada ou cedida = 0
TC	Tipo de construção	Alvenaria = 1; taipa = 0
NC	Número de cômodos	Número de cômodos da residência do entrevistado
TA	Tempo de trabalho na agricultura	Menos de 5 = 0, de 5 a 10 = 1; de 11 a 15 = 2, mais de 15 = 3
RTP	Recebimento de transferências públicas	Não recebe = 0; somente Bolsa Família = 1; somente aposentadoria ou pensão = 2, Bolsa Família e aposentadoria/pensão = 3;
VTTP	Valor total das transferências públicas	Em reais
FEP	Familiares envolvidos na produção	Número de familiares envolvidos na produção
IMFEP	Idade média dos familiares envolvidos na produção	Em anos
ATP	Área total de produção em todas as culturas	Em hectares
APM	Área plantada de milho	Em hectares
LOCAL	<i>Dummy</i> para localidades	Atribuição de 1 para pertencente à localidade i e 0, caso contrário
HHF	Homem-hora familiar	Quantidade de homens-hora da família empregada na produção
DAP	Disponibilidade de água na propriedade	Produção e uso doméstico = 2; apenas uso doméstico = 1; não suficiente para uso doméstico = 0

Fonte: Elaboração própria

Os três métodos apresentados por Passos (2014) baseiam-se na seleção pelo melhor ajustamento do modelo em vez de serem baseados em modelos teóricos. A sua grande utilização em pesquisa empírica baseia-se, na maioria dos casos, em deficiências de conhecimento sobre a natureza das relações entre as variáveis e a seleção do programa. O pressuposto é que a realidade empírica representa o melhor critério para seleção do modelo.

5.5.2.2 Escolha do método de pareamento

Após a definição e estimação deste modelo, obteve-se como resultado os escores de propensão para cada indivíduo, dos grupos tratamento e controle. De posse destas estimativas, o passo seguinte é proceder ao pareamento. Neste sentido, existem diversas

técnicas disponíveis (BECKER; ICHINO, 2002; KHANDKER; KOOWAL; SAMAD, 2010), como pareamento pelo vizinho mais próximo (*nearest-neighbor matching*); caliper e pareamento radial (*caliper and radius matching*); pareamento estratificado; pareamento pelo método de Kernel e local linear.

O Pareamento pelo vizinho mais próximo (*Nearest-neighbor matching*) representa uma das técnicas mais utilizadas, que consiste no pareamento de uma observação no grupo tratamento com o seu correspondente no grupo controle que possua o escore de propensão mais próximo, também pode ser utilizado nos vizinhos mais próximos. O pareamento pode ser realizado sem reposição e com reposição, sendo que, neste último caso, se utiliza uma mesma observação do grupo controle para ser pareada com outra observação do grupo tratamento. O pareamento com reposição apresenta a vantagem de se evitar pareamentos pobres²⁸, resultando em redução do viés, porém tem como trade-off o aumento da variância das estimativas em virtude da redução do número de observações distintas.

Diversos autores também sugerem o uso de mais de um vizinho mais próximo, apresentando também, neste caso, um trade-off entre redução no viés e aumento da variância das estimativas (CALIENDO; KOPEINIG, 2005; SMITH; TODD, 2005). Utilizando notação anterior e definindo p_i e p_j como os valores para os escores de propensão dos indivíduos tratados e controle, respectivamente, o conjunto pareado pelo vizinho mais próximo (Nearest-neighbor) é dado por:

$$C(i) = \min_j \|p_i - p_j\| \quad (32)$$

O pareamento pela técnica do vizinho mais próximo pode fornecer pares pouco comparáveis se o escore de propensão das observações do grupo controle for muito distante do grupo tratamento. O método Caliper e pareamento radial (*caliper and radius matching*) propõe a imposição de um limite máximo de tolerância, por exemplo, se o escore de propensão de uma observação é de 0,65 pode-se impor um raio de 0,05, assim será pareado o vizinho mais próximo com escores de propensão entre 0,60 e 0,70. Assim, seria como impor a partir do escore de propensão de uma observação do grupo tratamento um círculo feito com compasso (daí o nome *caliper*) de raio r a ser arbitrado pelo pesquisador pela qual poderiam ser pareadas as observações do grupo controle.

²⁸ Pareamentos pobres surgem quando existe um desequilíbrio entre as observações com escores de propensão alto e baixo entre os grupos tratamento e controle (CALIENDO; KOPEINIG, 2005).

Dehejia e Wahba (2002) sugerem uma variação desse método, na qual todas as observações do grupo controle, inseridas no raio r definido pelo pesquisador, sejam comparadas e não apenas o k -vizinho mais próximo. Este método é conhecido por pareamento radial (*radius matching*) e possui a vantagem de se reduzir o risco de pareamentos pobres. Neste caso, serão pareadas as unidades j com as unidades i que atenderem a condição:

$$C(i) = \{p_j \mid \|p_i - p_j\| < r\} \quad (33)$$

Deve-se ressaltar que tanto o pareamento pelo método do vizinho mais próximo quanto pelo método radial definirão a mesma fórmula para o ATT, isto porque os pesos serão os mesmos nos dois modelos (BECKER; ICHINO, 2002). Seja N_i^C o número de indivíduos do grupo controle pareados e o termo w_{ij} representante da ponderação dos resultados do grupo controle, então:

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{N_i^C} & \text{se } j \in C(i) \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (34)$$

Esta técnica de pareamento estratificado ou por intervalo inicia-se com o fracionamento da variação dos escores de propensão em intervalos ou blocos, de tal modo que, em cada bloco, as unidades tratadas e controle possuam, em média, o mesmo escore de propensão. As observações do grupo tratamento somente são pareadas com o correspondente do grupo controle que esteja no mesmo intervalo. Em seguida, calculam-se as diferenças entre os resultados dos indivíduos tratados e controle para cada intervalo. O ATT é obtido pela média ponderada das diferenças de resultado para cada intervalo ponderado pela porção correspondente de participantes em cada intervalo. Se q representa o índice dos blocos definidos no intervalo do escore de propensão, dentro de cada bloco é computado (BECKER; ICHINO, 2002):

$$\tau_q = \frac{\sum_{i \in I(q)} Y_i^T}{N_q^T} - \frac{\sum_{j \in I(q)} Y_j^C}{N_q^C} \quad (35)$$

Por fim, a fórmula para o ATT no pareamento estratificado (ATT_S) é expressa por:

$$ATT_S = \sum_{q=1}^Q \tau_q \cdot \left(\frac{\sum_{i \in I(q)} D_i}{\sum_{v_i} D_i} \right) \quad (36)$$

Onde: $I(q)$ é o conjunto de unidades em q blocos; N_q^T e N_q^C representam, respectivamente, o número de unidades tratadas e controle do bloco q ; e D_i o número de tratados em cada intervalo.

É recomendado que o número de estratos seja definido pelo nível de balanceamento dos escores de propensão e covariáveis entre indivíduos de um mesmo bloco (AAKVIK, 2001). Neste sentido, Caliendo e Kopeinig (2005) sugerem que se utilizem os seguintes passos: a) em primeiro lugar, deve-se verificar o balanceamento do escore de propensão entre os grupos em todos os estratos; b) se o escore de propensão não estiver balanceado, isto significa que o intervalo está amplo demais e deve ser reduzido; c) se o escore de propensão estiver balanceado, deve-se, em seguida, verificar o balanceamento das covariáveis entre os indivíduos de um mesmo estrato, caso estas não estejam balanceadas, a especificação do escore de propensão não é adequada, necessitando de uma reestimação do modelo.

Os métodos apresentados anteriormente apresentam o risco de que apenas um pequeno subconjunto da amostra de não beneficiários possa satisfazer os critérios de pareamento de modo a permitir construir o resultado contrafactual. Assim, estimadores não paramétricos de pareamento, como pareamento Kernel (KM) e LLM (*local linear matching*) utilizam a média ponderada de todos os não beneficiários para construir um contrafactual para cada beneficiário. Os pesos para o pareamento de Kernel são dados por:

$$w(i, j)_{KM} = \frac{K\left(\frac{p_j - p_i}{a_n}\right)}{\sum_{k \in C} K\left(\frac{p_k - p_i}{a_n}\right)} \quad (37)$$

Onde: $K(\bullet)$ é uma função de Kernel²⁹ e a_n é um parâmetro da função de Kernel chamado de largura de banda.

Após o pareamento, é possível calcular o ATT para dados cross-section e, supondo a existência de suporte comum, o ATT para o método de *propensity score matching* (PSM) pode ser escrito pela seguinte fórmula geral (KHANDKER; KOOWAL; SAMAD, 2010):

²⁹ No software estatístico Stata versão 12.0, estão disponíveis como opções para a função de Kernel os seguintes tipos: Epanechnikov (default), Gaussiana (normal), uniforme, triangular e “biweight”.

$$ATT_{PSM} = \frac{1}{N^T} \left[\sum_{i \in T} Y_i^T - \sum_{j \in C} (w_{ij}) Y_j^C \right] \quad (38)$$

Onde, Y_i^T e Y_j^C representam os resultados das unidades tratamento e controle, respectivamente; $C(i)$ denota o conjunto das unidades controle pareadas com as unidades tratamento (i); N^T o número de unidades do grupo tratamento; w_{ij} representa o peso³⁰ utilizado para agregar o resultado para não participantes pareados (j).

Uma vantagem destas abordagens é a menor variância obtida pelo acréscimo de mais informação. A desvantagem é que possivelmente algumas observações utilizadas redundam em pareamentos ruins. Assim, a imposição adequada da condição de suporte comum é de grande importância para os métodos de Kernel e Local Linear. A diferença entre as abordagens KM e LLM é que esta última inclui, além do intercepto, um termo linear no escore de propensão de um indivíduo tratado, o que representa uma vantagem quando se compara observações do grupo controle que são distribuídas assimetricamente em torno da observação do grupo tratamento, como nos pontos de fronteira, ou quando existem lacunas na distribuição do escore de propensão (CALIENDO, KOPEINIG, 2005).

Após apresentação das diferentes abordagens de pareamento, surge a questão sobre qual o melhor método ou qual o mais adequado. Assintoticamente, todos os métodos de pareamento deveriam fornecer os mesmos resultados, isto porque, com o aumento do tamanho amostral, aumenta a similaridade entre os pareamentos efetuados (CALIENDO, KOPEINIG, 2005). Porém, para pequenas amostras, as escolhas do método de pareamento podem ser importantes, e a escolha depende da estrutura de dados que se tem em mãos, não havendo previsão na literatura sobre qual o método mais adequado (HECKMAN; ICHIMURA; TODD, 1997). Pragmaticamente, é recomendável a tentativa de várias abordagens, se os resultados se mostrarem similares, a escolha de uma abordagem específica perde importância. Em caso de diferenças significativas, deve-se proceder a uma investigação mais acurada, de modo a identificar a origem da disparidade (BRYSON; DORSETT, PURDON, 2002; CALIENDO; KOPEINIG, 2005).

Optou-se em aplicar, na presente pesquisa, várias abordagens descritas, de modo a conferir aos resultados mais robustez. Dentre os métodos apresentados, somente o pareamento estratificado não foi aplicado, em virtude da ausência de comandos que executem este método

³⁰ Como apresentado pelas equações 34 e 37, os respectivos pesos dependem do método de pareamento utilizado, a fórmula final para o ATT será obtida após a substituição das respectivas equações na eq. 38.

no software estatístico Stata (versão 12.0), impossibilitando não apenas a estimação do efeito do tratamento sobre os tratados (ATT), mas também a execução de testes orientados para verificação da hipótese de balanceamento nas covariáveis entre beneficiários e não beneficiários da política pública nos diferentes estratos ou blocos.

5.5.2.3 Análise do balanceamento das covariáveis após o pareamento

A utilização da técnica de *propensity score matching* permite a construção de um grupo controle (contrafactual) a partir da estimativa do escore de propensão. Ocorre, porém, que um grupo contrafactual adequado deve ter, em média, as mesmas características do grupo tratamento, pois somente assim se estariam construindo grupos homogêneos, de modo que a designação de tratamentos entre indivíduos com base no vetor de covariáveis observáveis X seja aleatória. Tal condição é vital para um pareamento adequado (DIPRET; GANGL, 2004; ROSENBAUM; RUBIN, 1983). Assim sendo, a análise do balanceamento das covariáveis entre os grupos tratamento e controle será efetuada a partir dos seguintes parâmetros:

- a) nível de significância do teste t para média entre tratados e não tratados após o pareamento;
- b) nível de redução do viés após o pareamento;
- c) as razões de variância dentre tratados e controle após o pareamento
- d) o nível de significância da estatística de Log-verossimilhança (LR) e Pseudo- R^2 do modelo de escolha binária para as observações pareadas.

O nível de significância do teste t representa um parâmetro intuitivamente claro do nível de balanceamento, em que um bom balanceamento deve permitir aceitar a hipótese nula do teste de que as médias das covariáveis entre os grupos após o pareamento não são distintas. A análise do percentual de redução do viés, além de indicar potencialmente os métodos mais eficazes na formação de grupos homogêneos, fornece informações sobre as variáveis em que a heterogeneidade ainda prevalece, subsidiando a análise, de modo a reforçar ou relativizar as conclusões advindas dos dados empíricos.

A razão de variância entre dados tratados sobre os não tratados representa uma estatística recomendada por Austin (2009). Esta razão deve ser igual a 1 se existe um balanceamento perfeito. Serão assinaladas as variáveis cujo nível de significância permita rejeitar a hipótese nula de que a razão de variância é unitária.

Por fim, as estatísticas de ajustamento do modelo de escolha binária para os dados após o pareamento fornecem evidência sobre a homogeneidade entre os grupos. Assim, se os

grupos são homogêneos, a designação de tratamento é aleatória, logo os valores da estatística LR devem permitir aceitar a hipótese nula de que todos os coeficientes do modelo são nulos e o Pseudo-R² deve fornecer valores próximos a zero.

5.5.2.4 Estimação do ATT e análise dos resultados

Como apresentado na eq. 38, o ATT representa o efeito médio do tratamento sobre os tratados (beneficiários), e será negativo ou positivo indicando o impacto negativo ou positivo do programa em relação às variáveis de resultado. Nesta pesquisa, a variável resultado principal é o Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP), porém foram estimados, de forma adicional, o efeito do ATT para os índices e indicadores componentes do ISP.

Após a estimação do ATT, uma questão que se coloca é a significância dos efeitos estimados, porque, comparada aos métodos de regressão tradicionais, a variância estimada do ATT pelo método de *propensity score matching* deveria incluir a variabilidade atribuída à derivação do score de propensão. A omissão da contabilização desta variação gera estimativas incorretas para os erros padrões (CALIENDO; KOPEINIG, 2005; HECKMAN; ICHIMURA; TODD, 1998; KHANDKER; KOOWAL; SAMAD, 2010). Uma alternativa de correção frequentemente aplicada é a utilização da técnica estatística denominada de *bootstrapping* (EFRON; TIBSHIRANI, 1993; HOROWITZ, 2003), que consiste em estimar a variância de um indicador com base na realização de diversas replicações de subamostras com repetição de mesmo tamanho a partir da amostra principal. Em relação ao número de replicações, não há consenso na literatura, apesar de Efron e Tibshirani (1993) considerarem 50 replicações como número suficiente para a geração de estimativas consistentes das variâncias do ATT. No presente estudo, optou-se por 400 replicações para cada estimativa do ATT, seguindo recomendações de Andrews e Buchinsky (2000).

A correção dos erros padrões pela técnica de *bootstrapping* permite inferir sobre a significância estatística dos efeitos estimados para o ATT. Neste caso, as diferenças entre os grupos são aferidas pela aplicação de um teste t de Student padrão.

5.5.2.5 Análise de sensibilidade e Limites de Rosenbaum

O método de pareamento por score de propensão permite que se elimine o viés originado por características observáveis. A presença de covariáveis não observáveis que afetam a designação de tratamento e consequentemente as variáveis de resposta produzem um

viés “oculto”, cuja magnitude não pode ser estimada em pesquisa não experimental (CALIENDO; KOPEINIG, 2005). Uma alternativa frequentemente utilizada é a análise de sensibilidade pelo método de Limites de Rosenbaum (DIPRETE; GANGL, 2004; ROSENBAUM, 2002), que consiste em uma medida da heterogeneidade não observada, em que a questão principal a ser respondida diz respeito à robustez dos resultados estimados para o efeito do tratamento na presença de covariáveis não observadas. Para a apresentação formal da referida técnica, considera-se que a probabilidade de participação de um indivíduo i no programa seja dada por:

$$p_i = \Pr(T_i = 1|X_i) = F(\beta X_i + \varphi u_i) \quad (39)$$

Onde T_i , como já explicitado, assume valor 1, se o indivíduo participa do programa, e valor 0 caso não participe, X_i representa as características observáveis do indivíduo i , u_i representa a variável não observada e, φ , o efeito da omissão desta variável sobre a decisão de participação no programa.

Na ausência de viés de seleção, $\varphi = 0$, a participação do programa depende apenas do vetor βX_i . Porém, na presença de viés de seleção, indivíduos com características observadas idênticas possuirão diferentes probabilidades de participar do programa. Supondo, como exemplo, que F seja uma função logística, as razões de probabilidade (*odds ratio*) dos indivíduos i e j serão, respectivamente:

$$\frac{p_i}{1 - p_i} e \frac{p_j}{1 - p_j} \quad (40)$$

Tomando-se a razão entre os termos da equação anterior, tem-se:

$$\frac{\frac{p_i}{1-p_i}}{\frac{p_j}{1-p_j}} = \frac{p_i(1-p_j)}{p_j(1-p_i)} = \frac{\exp(\beta X_j + \varphi u_j)}{\exp(\beta X_i + \varphi u_i)} = \exp[\varphi(u_i - u_j)] \quad (41)$$

Assim, ainda que os indivíduos possuam variáveis não observadas, se estas não diferirem entre os indivíduos ($u_i = u_j$) e se tais variáveis não influenciarem a probabilidade de participação ($\varphi = 0$), a razão entre as *odds ratio* dos indivíduos i e j será igual a 1. Deste modo, se a razão entre *odds ratio* é diferente de 1, isto se deve à presença de viés de seleção. Na prática, implica investigar se os limites da razão entre *odds ratio* estão entre (ROSENBAUM, 2002):

$$\frac{1}{e^\varphi} \leq \frac{p_i(1 - p_j)}{p_j(1 - p_i)} \leq e^\varphi \quad (42)$$

Os indivíduos pareados somente possuirão a mesma probabilidade de participação no programa caso $e^\varphi = \Gamma = 1$. Um experimento de atribuição aleatória de tratamento garante que $\Gamma = 1$. Neste caso, nenhuma análise de sensibilidade é necessária, pois não existe “viés oculto”. Assim, segundo Rosenbaum (2002; 2005), o termo Γ representa uma medida do grau de ruptura de uma atribuição aleatória de tratamento, o parâmetro gama implica que dois sujeitos com as mesmas covariáveis observadas devem diferir em suas *odds ratio* de receber o tratamento por um fator de no máximo Γ . Assim, por exemplo, em um estudo observacional com $\Gamma = 2$, se dois sujeitos foram pareados exatamente para as mesmas variáveis observáveis, então um deve ser duas vezes mais provável de receber o tratamento que o outro, porque eles diferem em termos de uma covariável não observada.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo destina-se à apresentação e discussão dos resultados referentes aos dados coletados na pesquisa de campo, estando estruturado em duas partes principais. Enquanto a primeira parte aborda a análise descritiva dos dados da pesquisa, a segunda apresenta a estimação do efeito do tratamento sobre as variáveis de resposta pelo método de *propensity score matching*.

6.1 Análise descritiva dos dados da pesquisa

Nesta seção descritiva, os resultados foram estruturados a partir da divisão da amostra em grupos de produtores de milho participantes do Projeto Hora de Plantar (grupo tratamento), designado por “beneficiários”, e o grupo representado por “não beneficiários”, que consistem nos produtores que não participaram do programa (grupo controle). Quando pertinente, procedeu-se a comparação entre as médias das respectivas variáveis entre os grupos através do Teste t de Student. Para variáveis de natureza qualitativa, a comparação entre as distribuições foi efetuada mediante a aplicação do Teste do Qui-Quadrado ou Exato de Fisher.

6.1.1 Análise do perfil socioeconômico do produtor

6.1.1.1 Gênero

A análise da composição da amostra por gênero (Tabela 7) evidencia a maior participação do gênero masculino (em torno de 80%) nas amostras de beneficiários e não beneficiários. Tal prevalência do gênero masculino sugere a manutenção no campo de uma estrutura patriarcal tradicional, em que o homem, enquanto “chefe da família”, mantém a primazia das decisões relativas à produção e integração da família com os órgãos públicos. Este predomínio do gênero masculino foi observado também em outros estudos que abordaram a agricultura familiar cearense (MAIA, 2012; PASSOS, 2014; SOBREIRA, 2014).

Tabela 7 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e gênero, Microrregião do Cariri, 2016

Gênero	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Feminino	26	21,67	17	18,89	43	20,48
Masculino	94	78,33	73	81,11	167	79,52
Total	120	100	90	100	210	100,0
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	0,244	Sig.	0,622		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Há que se mencionar, porém, que, apesar da Constituição Federal reconhecer a igualdade de gênero, a inflexão da orientação da política pública para uma abordagem mais equitativa em relação ao gênero é recente, ocorrendo somente a partir dos anos 2000. Como exemplo, pode-se citar a instituição de uma linha de crédito “PRONAF Mulher” a partir de 2003 (HEREDIA; CINTRÃO, 2006).

A análise da estatística do Qui-quadrado revela inexistência de divergência significativa da distribuição de gênero entre grupo controle e tratamento.

6.1.1.2 Idade

A análise da composição etária da amostra entre os grupos tratamento e controle (Tabela 8) explicita que a moda (faixa etária mais frequente) para os dois grupos é representada por agricultores entre 45 e 56 anos. Pode-se inferir também que há elevada concentração de agricultores nas classes entre 33 e 68 anos (72,5% e 84,5%, respectivamente, para não beneficiários e beneficiários). Ressalta-se, a partir destes dados amostrais, a menor participação da população jovem na agricultura familiar (10,5% na faixa de 21 a 32 anos para o total da amostra). Tal evidência corrobora estudos que apontam para um processo de envelhecimento da população rural (ABRAMOVAY *et al.*, 1998; MENDONÇA; RIBEIRO; GALIZONI, 2008), reflexo da baixa entrada de jovens na atividade agrícola em virtude de melhores condições de remuneração no meio urbano. Verifica-se, ainda, a evidência de uma reconfiguração espacial do mercado de trabalho, com a expansão da pluriatividade da população rural (ALVES, 2002; ALVES; PAULO, 2012) em que, apesar de oriundos de famílias rurais, os trabalhadores jovens deslocam-se para os centros urbanos ou desempenham trabalho urbano, ainda que residam em comunidades rurais. Esta última possibilidade é facilitada pela estrutura urbana dos referidos municípios investigados, que apresentam áreas rurais a poucos quilômetros dos centros urbanos. Neste contexto, outro elemento a ser

destacado é a forte atração exercida pela Região Metropolitana do Cariri, com presença de universidade e cursos técnicos consistindo em oportunidade de qualificação destes jovens para outras profissões fora da agricultura (ALVES; RODRIGUES, 2013).

Tabela 8 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e classe etária, Microrregião do Cariri, 2016

Classe Etária	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
De 21 a 32 anos	14	11,7	8	8,9	22	10,5
De 33 a 44 anos	25	20,8	26	28,9	51	24,3
De 45 a 56 anos	33	27,5	32	35,6	65	31,0
De 57 a 68 anos	29	24,2	18	20	47	22,4
De 69 a 80 anos	16	13,3	6	6,7	22	10,5
Maior que 80 anos	3	2,5	0	0	3	1,4
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média por grupo	52,0		48,7			
Significância – Teste t		0,094				
Significância – Teste de Levene		0,019				

Nota: (1) Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Os valores amostrais indicaram que o grupo dos não beneficiários possui idade média superior ao grupo dos beneficiários, os valores da estatística t evidenciam que tais divergências não são significativas ao nível de 5%. Em relação ao comportamento das variâncias, o teste de Levene permite rejeitar, ao nível de 5%, a hipótese nula de homogeneidade das variâncias.

6.1.1.3 Estado civil

A Tabela 9 exhibe a distribuição entre os grupos em relação ao estado civil. A análise dos dados revela a prevalência de casados na amostra (71,7% e 75,6% respectivamente para os grupos controle e tratamento). Ao se ampliar a análise para se incluir o conceito de união conjugal, aglutinando aos percentuais citados anteriormente, os casos referentes de união estável, este percentual se elevaria para 81,7% e 90%, respectivamente, para os grupos não beneficiários e beneficiários do programa, sugerindo, assim, a perpetuação no meio rural de uma estrutura familiar tradicional.

Ressalta-se a reduzida participação de viúvos ou separados na amostra, respondendo tal categoria por menos de 5% do total de observações. Outro elemento que

merece ser pontuado refere-se à divergência da participação de solteiros entre os grupos pesquisados, em que o percentual do grupo não beneficiário do programa representa cerca de 2,5 vezes o percentual de solteiros entre o grupo dos beneficiários.

Tabela 9 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e estado civil, Microrregião do Cariri, 2016

Estado Civil	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Solteiro	17	14,2	5	5,6	22	10,5
Casado	86	71,7	68	75,6	154	73,3
Viúvo ou separado	5	4,2	4	4,4	5	4,3
União estável	12	10,0	13	14,4	25	11,9
Total	120	100	90	100	210	100
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	4,690	Sig.	0,193		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo.

Ao relacionar o estado civil e a faixa etária (Apêndice B), percebe-se que 70,5% dos solteiros do grupo dos não beneficiários têm menos de 57 anos e 41% menos de 45 anos, corroborando a ideia de que os solteiros deste grupo são formados em sua maioria por agricultores mais jovens. Neste sentido, o maior percentual de solteiros entre os não beneficiários poderia estar relacionado ao tempo relativamente reduzido de ingresso destes produtores na atividade agrícola, visto que o Projeto Hora de Plantar não prevê a exclusão de beneficiários por idade ou tempo de participação, as entradas de novos beneficiários não são frequentes³¹.

A aplicação do Teste do Qui-quadrado permite concluir que as distribuições de estado civil entre os dois grupos não apresentam discrepâncias estatisticamente significativas ao nível de 5%.

6.1.1.4 Escolaridade

O nível de escolaridade está fortemente relacionado à capacidade de adaptação dos agricultores a novas tecnologias (SOUZA FILHO *et al.*, 2004). Para melhor aproveitamento do potencial genético dos cultivares e maior rentabilidade da produção, a utilização de sementes híbridas requer, por parte do produtor, o uso adequado do conhecimento tecnológico padrão, no que tange aos cuidados necessários para o adequado

³¹ Os cadastramentos no projeto não ocorrem com frequência, segundo informações dos gestores da Ematerce, o último cadastramento ocorreu em 2006.

desenvolvimento da planta. Por outro lado, a baixa escolaridade limita a adoção de novas tecnologias, perpetuando práticas de plantio, caracteristicamente menos produtivas e predatórias do meio ambiente, ao favorecer o uso inadequado dos recursos naturais e de defensivos agrícolas, com danos ambientais potencialmente significativos.

Os dados coletados em pesquisa de campo revelam, para os dois grupos, elevado percentual de agricultores sem instrução, 48,3% e 36,7%, respectivamente, para os grupos não participantes e participantes do programa. Do total de agricultores pesquisados, 90,5% cursaram até o ensino fundamental (Tabela 10).

Tabela 10 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e escolaridade, Microrregião do Cariri, 2016

Escolaridade	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Sem instrução	58	48,33	33	36,67	91	43,33
Fundamental	53	44,17	46	51,11	99	47,14
Médio ou Superior	9	7,5	11	12,22	20	9,5
Total	120	100	90	100	210	100,0
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	4,572	Sig.	0,17		

Nota: Houve agregação das categorias médio e superior para condução do teste do Qui-Quadrado.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Tal evidência revela divergência em relação aos dados disponíveis para o perfil de escolaridade da população rural cearense, em que cerca de 25% se enquadra na categoria “sem instrução” e 76% estudou até o ensino fundamental (IPECE 2015). Possivelmente, tal divergência reside na diferença de perfil de produtor, pois, enquanto o presente estudo teve como foco produtores familiares com área de produção até 6 hectares, o estudo do Ipece (2015) abrangeu toda a população rural estadual, com diferentes perfil socioeconômicos. Ademais, outras pesquisas (MAIA, 2012; PASSOS, 2014; SOBREIRA, 2014) encontraram, no meio rural, proporções semelhantes às apresentadas nesta pesquisa.

6.1.1.5 Número de pessoas na residência

A agricultura familiar depende fundamentalmente da família como oferta de força de trabalho. No seio familiar, ocorrem as decisões de produção e a divisão social de trabalho entre os membros (definição das culturas a serem produzidas, trabalhos de limpeza do terreno, plantio, aplicação de defensivos, aquisição de insumos, tratos dos animais, etc.). Logo, famílias pequenas ou com membros em idade não economicamente ativa são mais

dependentes de mão de obra externa, repercutindo, conseqüentemente, no montante requerido de capital de giro para efetuar os pagamentos dos trabalhadores contratados.

A variável ora abordada na presente análise objetiva mensurar a disponibilidade de mão de obra familiar. Neste sentido, a análise da distribuição do número de pessoas na residência (Tabela 11) revela similaridades entre os grupos pesquisados. A média para o grupo dos beneficiados é de 4,12 pessoas por residência, enquanto para o grupo dos não beneficiários é de 3,87 pessoas por residência, porém tais diferenças não são estatisticamente significativas ao nível de 5% pelo teste t. A análise dos percentuais entre as classes evidencia forte concentração até a faixa de seis pessoas na residência, perfazendo um percentual de 92,4% em relação ao total dos dois grupos (94,17% para não beneficiários e 90% para beneficiários do programa). Este resultado sugere a presença de famílias com pouca disponibilidade de mão de obra familiar, reflexo, talvez, da saída de jovens do campo, conforme já discutido anteriormente. Evidência semelhante é encontrada nos trabalhos de Passos (2014) e Sobreira (2014).

Tabela 11 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e número de pessoas na residência, Microrregião do Cariri, 2016

Número de pessoas na residência	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
1 e 2	30	25,00	13	14,44	43	20,48
3 e 4	48	40,00	50	55,56	98	46,67
5 e 6	35	29,17	18	20,00	53	25,24
7 e 8	5	4,17	7	7,78	12	5,71
9 e 10	2	1,67	2	2,22	4	1,90
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	3,87		4,12			
Significância – Teste t		0,315				
Significância – Teste de Levene		0,385				

Nota: (1) Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Merece destaque o elevado percentual da classe até duas pessoas na residência (25% para os não beneficiários e 14,4% para os beneficiários), procedendo-se ao cruzamento desta categoria com a faixa etária do agricultor (Apêndice C), este grupo revela-se composto em sua grande maioria (93%) por agricultores acima de 45 anos, sendo 28% correspondente ao tamanho da família de agricultores acima dos 69 anos de idade, ou seja, este percentual não revela uma composição marcada por uma predominância de casais jovens, mas de pessoas idosas, o que reforça a evidência de deslocamento da população rural para os centros urbanos,

sobretudo a população mais jovem. Na vivência da pesquisa de campo, observou-se tal realidade em virtude da frequência com que foram entrevistadas pessoas idosas que moram sozinhas ou apenas com cônjuge, filho ou neto. Infelizmente, a confirmação de tal hipótese exigiria outro instrumento de pesquisa (específico para este fim) e foge ao escopo do presente trabalho.

6.1.1.6 Condição do produtor em relação à terra

A análise da variável “condição do produtor em relação à terra” tem como objetivo identificar tanto os aspectos econômicos referentes à cultura do milho quanto a vulnerabilidade dos agricultores quanto à continuidade de sua condição de produtor no campo. Neste contexto, observa-se que, enquanto os proprietários tendem a apresentar vínculos mais duradouros com a atividade agrícola, os agricultores arrendatários podem mais facilmente abandonar o meio rural, sobretudo em períodos de baixa rentabilidade, como o que ocorre atualmente, marcado por um período de “déficit” hídrico prolongado nos últimos quatro anos no Estado do Ceará, que, aliado à forte atração dos centros urbanos próximos, notadamente a Região Metropolitana do Cariri, aumenta o risco de expressivos deslocamentos populacionais.

Outro elemento relevante diz respeito à associação desta variável à adoção de tecnologias, pois as condições de posse e uso da terra podem atuar sobre o fluxo de capital do produtor e, por conseguinte, no sistema tecnológico adotado, visto que os produtores não proprietários não possuem estímulo à realização de investimentos em tecnologia, seja em virtude de muitas das melhorias serem incorporadas à propriedade (como sistemas de irrigação, currais, etc.), seja pela redução dos resultados econômicos em função do pagamento de renda ao proprietário (EUCLIDES FILHO *et al.*, 2011). Ademais, a ausência de direitos de propriedade limita a possibilidade de obtenção de crédito e o estímulo à utilização de práticas sustentáveis (ALVES, 2011; EUCLIDES FILHO *et al.*, 2011). Soma-se a estes fatores o fato dos agricultores arrendatários, ao assumirem um passivo representado pelo pagamento da terra, serem mais vulneráveis às perdas significativas na lavoura. Este risco aumenta conforme se reduz o aporte de capital destes produtores. Para a presente amostra caracterizada, sobretudo por pequenos produtores (com área de plantio inferior a seis hectares), tal risco apresenta-se elevado.

Os agricultores foram classificados em quatro categorias: proprietário, arrendatário, assentado sem documentação definitiva e ocupante³² (IBGE, 2009). Segundo o IBGE (2009), a categoria “ocupante” abrange os agricultores posseiros e aqueles que cultivam a terra sob qualquer outra forma (cessão, parceria, meieiro, etc.). Os agricultores posseiros representam aqueles que estão em posse da terra, seja por ocupação em longo período ou que detém documento informal de compra e venda sem o correspondente registro público. Todos os demais produtores da categoria ocupante receberam a terra sob a forma de cessão.

Conforme se verifica na Tabela 12, a categoria “assentado” apresenta-se com menor número de observações, compreendendo um grupo de oito produtores entrevistados no assentamento Boa Vista, em Barbalha. Esta baixa participação se deve ao desenho amostral, que privilegiou a estratificação da amostra por municípios e não por localidades ou assentamentos específicos, mesmo porque se preferiu, em virtude da maior facilidade de implementação da pesquisa, a aplicação dos questionários nos povoados rurais mais representativos em número de produtores, cuja característica principal é a elevada concentração de agricultores em uma pequena área. Em contrapartida, a categoria com maior presença entre os dois grupos é a de arrendatários, com participação em torno de 72% para o total da amostra (77,5% no grupo dos não beneficiários e 64,5% no grupo dos beneficiários).

Em termos relativos, os grupos de produtores apresentaram divergência em relação à categoria que ocupa a segunda posição. Para o grupo controle, a segunda mais importante é representada pelos proprietários, enquanto para o grupo tratamento refere-se aos produtores ocupantes que recebem a terra em cessão. Esta categoria é composta pelos produtores que, em virtude de sua condição social e, de proximidade ou parentesco com o proprietário da terra, recebe uma pequena porção de terra para plantio de subsistência. Cruzando-se os dados desta categoria com a produtividade da terra, identifica-se que 37% dos produtores que fazem parte desta classe estão no grupo de menor nível de produtividade e 52% realizam plantio em área inferior a um hectare, sugerindo que tais produtores são caracterizados por sua grande maioria pelos produtores com menores recursos produtivos, tecnológicos e de capital.

³²Dentre os membros da categoria “ocupante” não houve para os dois grupos agricultores posseiros, apenas aqueles que receberam a terra em cessão.

Tabela 12 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e condição em relação à terra, Microrregião do Cariri, 2015

Categoria	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Ocupante	10	8,33	17	18,89	27	12,86
Assentado	3	2,50	5	5,56	8	3,81
Arrendatário	93	77,50	58	64,44	151	71,90
Proprietário	14	11,67	10	11,11	24	11,43
Total	120	100	90	100	210	100
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	6,873	Sig.	0,074		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Deve-se ressaltar, que a maior prevalência de produtores arrendatários possivelmente está relacionada ao desenho amostral que limitou a pesquisa a agricultores que, em sua maioria, cultivam área menor que cinco hectares.

O Teste do Qui-Quadrado revela que, ao nível de 5% de significância, não há distinção entre as distribuições dos dois grupos.

6.1.1.7 Condição de moradia

A variável “condição de moradia” alia-se a outras na perspectiva de revelar a condição social do produtor. Assim, enquanto os proprietários tendem a ter menor dispêndio com moradia, os produtores que pagam aluguéis tendem a apresentar maior sensibilidade à oscilação na renda agrícola, sobretudo no contexto do semiárido nordestino. Em relação à amostra pesquisada, o percentual de produtores que reside em imóvel próprio representa o principal grupo, com 93,8% do total, 95% entre os não beneficiários do programa e 92,2% entre os beneficiários (Tabela 13). Desta forma, pode-se afirmar que, para o total dos produtores pesquisados, menos de 3% é representado por produtores que pagam aluguel.

Tabela 13 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e condição de moradia, Microrregião do Cariri, 2016

Condição de Moradia	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Cedida	6	1,67	7	5,56	7	3,33
Alugada	4	3,33	2	2,22	6	2,86
Própria	114	95,00	83	92,22	197	93,81
Total	120	100	90	100	210	100,0
Teste Exato de Fischer	Estatística	2,511	Sig.	0,277		

Nota: O teste Exato de Fisher foi aplicado em substituição ao teste do Qui-quadrado pela presença de células com menos de cinco observações ou com valores nulos. A adequação para uma tabela de contingência (2 x 2) foi realizada pela agregação das categorias cedida e alugada.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

O teste Exato de Fischer revela a inexistência de discrepâncias entre as distribuições de frequência da variável “condições de moradia” entre os grupos controle e tratamento.

6.1.1.8 Tipo de construção

A análise do perfil do tipo de construção da moradia está fortemente relacionada à qualidade de vida familiar, tanto em termos de conforto quanto em termos de menor risco de enfermidade para os moradores, em virtude da tendência das casas de taipa apresentarem-se como locais propícios à proliferação de vários insetos vetores de doenças, com destaque para o inseto da subfamília *triatominae*, conhecido como barbeiro, que transmite o protozoário *Tripanosoma cruzi*, causador da Doença de Chagas (PASSOS, 2014).

Tabela 14 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e tipo de construção de moradia, Microrregião do Cariri, 2016

Tipo de Construção	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Taipa	26	21,67	10	11,11	36	17,14
Alvenaria	94	78,33	80	88,89	174	82,86
Total	120	100	90	100	210	100,0
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	4,034	Sig.	0,045		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Neste sentido, 78% dos não beneficiários e 88,9% dos beneficiários apresentam construção de alvenaria. O percentual de produtores que moram em residências de taipa entre

os não beneficiários é significativamente superior ao do grupo dos beneficiários do programa (21,7% contra 11,1%) (Tabela 14).

Esta evidência também foi observada no estudo de Passos (2014). O teste do Qui-quadrado revela que as distribuições são estatisticamente distintas ao nível de 5%.

6.1.1.9 Tempo de atividade na agricultura

O tempo de atividade na agricultura pode estar relacionado tanto à disposição para utilização de novas tecnologias por parte do produtor (SOUZA FILHO *et al.*, 2011) quanto à permanência na atividade agrícola, visto que produtores que destinaram boa parte da vida à atividade produtiva no campo passam a desenvolver relações sociais e vínculos afetivos mais duradouros nas comunidades onde vivem (ALVES; RODRIGUES; PINHEIRO, 2014).

A classe mais representativa situa-se na faixa acima de 16 anos de atividade (67,62% dos produtores) (Tabela 15). Este grupo é formado principalmente por pessoas que destinaram a maior parte de suas vidas tendo a agricultura como atividade principal. O percentual de produtores não participantes no programa na faixa de maior tempo de experiência na agricultura possivelmente explica-se por ser este grupo formado por pessoas, em média, mais idosas, conforme já discutido. Enquanto as distribuições de frequências relativas às faixas etárias destes produtores são semelhantes entre os grupos pesquisados para as classes mais jovens, à medida em que aumenta a idade, a proporção de agricultores mais experientes (acima de 16 anos na atividade agrícola) aumenta significativamente entre os não beneficiários (ver Apêndice D). Assim, para a faixa de 45 a 56 anos os valores percentuais situam-se numa razão próxima de 1/1, ou seja, um não beneficiário para um beneficiário; na faixa de 57 a 68 anos, esta razão dobra para 2/1; e na faixa acima de 69 anos, esta razão aumenta para 4,7/1 (4,7 não beneficiários para um beneficiário). Tal evidência mostra que o avanço da idade poderia incentivar a saída do programa ou desestimular a entrada, visto que o valor dos benefícios monetários (preço subsidiado da semente de milho híbrido) perderia importância em relação ao orçamento do produtor frente à percepção de proventos previdenciários aos quais o mesmo faz jus a partir da idade (como aposentadoria especial ou pensão).

Tabela 15 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e tempo de atividade na agricultura, Microrregião do Cariri, 2016

Tempo de atividade	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Menos de 5 anos	17	14,17	8	8,89	25	11,90
De 5 e 10 anos	8	6,67	21	23,33	29	13,81
De 11 e 15 anos	9	7,50	5	5,56	14	6,67
Acima de 16 anos	86	71,67	56	62,22	142	67,62
Total	120	100	90	100	210	100
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	12,52	Sig.	0,006		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Outro dado que se destaca é o percentual dos agricultores com experiência entre 5 e 10 anos nos grupos, em que, nesta classe, o grupo dos beneficiários apresenta percentual 3,5 vezes superior ao grupo dos não beneficiários. Procedendo ao cruzamento entre as variáveis experiência de trabalho na agricultura e escolaridade (Apêndice E), percebe-se que, entre os produtores com experiência entre 5 e 10 anos, 14 agricultores (48,3%) situam-se na faixa etária entre 33 e 56 anos, marcadamente mais jovem. Este grupo também possui nível mais elevado de escolaridade, em que 58,3% possuem nível fundamental ou médio, enquanto, no grupo mais experiente (acima de 16 anos na agricultura), 42% dos agricultores não têm instrução e 49% possuem apenas o ensino fundamental. Tais dados sugerem que o grupo mais experiente, em virtude da menor escolaridade, pode apresentar menor aptidão à incorporação de novas tecnologias, como o caso das exigências tecnológicas da cultura do milho híbrido, podendo estar associado às formas de cultivo tradicionais. De qualquer modo, tal investigação será aprofundada posteriormente ao se analisar o índice tecnológico entre os agricultores familiares.

A condução do teste do Qui-quadrado levou a rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, permitindo a conclusão de uma discrepância estatisticamente significativa entre as distribuições de frequência dos grupos.

6.1.1.10 Transferências públicas recebidas

O reconhecimento da importância econômica da produção familiar possibilitou aos diversos movimentos sociais ligados a este segmento o aumento das demandas sociais e consolidação de diversas conquistas (GRISA; SCHNEIDER, 2014). A despeito do avanço nos últimos anos das políticas de crédito e de valorização da agricultura familiar, o segmento

também foi alvo de uma série de políticas de transferência direta de renda, com destaque para o Programa Bolsa Família (RODRIGUES; ALVES; PAULO, 2012). Outro importante avanço para a garantia de renda mínima ao pequeno produtor se deu a partir da Constituição Federal de 1988 com a criação da categoria de beneficiário especial da Previdência Social, ao garantir regras mais flexíveis de aposentadoria para o homem do campo ao não vincular o direito ao benefício diretamente ao número de contribuições, mas sim ao tempo de trabalho na atividade agrícola, o que possibilitou a expansão significativa das aposentadorias no setor rural, sobretudo no contexto nordestino, marcado pelo baixo nível de renda dos produtores e a informalidade do trabalho agrícola, notadamente o desenvolvido no ambiente familiar. A Região Nordeste concentra 48,8% dos beneficiários rurais da Previdência Social (BRASIL, 2015), o que corrobora a importância das transferências públicas para a manutenção do nível de renda em pequenos municípios rurais, como Santana do Cariri e Nova Olinda.

Esta variável foi incluída na análise ao permitir captar as transferências de renda direta do setor público e assim inferir sobre a renda não agrícola dos produtores, que possuem na atividade agrícola e nestas transferências as principais fontes de recursos monetários para a sua subsistência³³. Outro objetivo foi o de incluir a variável em questão no modelo de escolha binária de forma a captar se haveria alguma influência subjetiva de tais transferências sobre os gestores do Projeto Hora de Plantar levando a alguma associação com a participação do programa.

Ao se analisar os dados da Tabela 16, percebe-se elevada a concentração dos agricultores em duas classes: a que somente recebe o Bolsa Família e a que recebe apenas aposentadoria ou pensão. Tanto para beneficiários quanto para não beneficiários do programa, o grupo mais representativo é formado pelos produtores que recebem somente o Bolsa Família (54,4% e 45%, respectivamente). Em relação à segunda categoria mais representativa, o grupo dos não beneficiários agrega maior percentual entre os produtores que recebem somente aposentadoria ou pensão. Como os valores das aposentadorias são superiores ao do Bolsa Família, esta tendência corrobora conclusões anteriores, nas quais, à medida em que os agricultores avançam em idade, os recebimentos de Bolsa Família reduzem (pois reduz o número de filhos menores dependentes) e aumenta a renda com aposentadoria, tornando os benefícios do Hora de Plantar menos vantajosos.

³³ Deve-se ressaltar, como pode ser visualizado no questionário (Apêndice A), que a questão pertinente ao item ora abordado incluía o recebimento de quaisquer formas de benefícios, inclusive os ligados à atividade agrícola, como Seguro Safra, porém, conforme discriminado na metodologia, os respectivos municípios componentes da amostra foram selecionados justamente por não terem recebido, no ano de 2015, valores referentes ao Seguro Safra.

Outra hipótese importante a ser levantada diz respeito à utilização dos recibos de distribuição de sementes como elementos de elevado valor probatório em um requerimento de aposentadoria. Após a concessão do benefício, tal estímulo para continuar no programa se reduz.

Tabela 16 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e transferências públicas recebidas, Microrregião do Cariri, 2016

Transferências recebidas	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
não recebe	13	10,83	8	8,89	21	10,00
somente bolsa família	54	45,00	49	54,44	103	49,05
somente aposentadoria ou pensão	41	34,17	23	25,56	64	30,48
bolsa família e aposentadoria ou pensão	7	5,83	9	10,00	16	7,62
aposentadoria e pensão	5	4,17	1	1,11	6	2,85
Total	120	100	90	100	210	100,0
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	7,674	Sig.	0,097		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

A análise das demais classes revela ainda que 21 agricultores não recebem qualquer benefício. Dentre estes, 47,6% não possuem filhos (Apêndice F). As demais classes agrupam pouco mais de 10% dos produtores e são representadas, em sua maioria (7,6% dos produtores), por famílias que possuem os dois principais tipos de transferências mencionadas neste item. Possivelmente, a realidade de tais famílias reflete a situação de que os filhos adultos, em virtude de dificuldade de moradia, acabam morando com os pais; ou de avós que criam os netos, fato este comumente observado na experiência de campo.

O teste do Qui-quadrado permite aceitar a hipótese nula de igualdade das distribuições ao nível de 5%.

6.1.1.11 Valor das transferências públicas

De forma complementar, a variável em questão objetiva discriminar os produtores em classes de valores relativos às transferências especificadas no item anterior (Tabela 17). Conforme já abordado, pretende-se investigar na presente pesquisa se o montante de recursos recebidos possui alguma correlação com a atribuição do programa, em virtude da perda de importância relativa do benefício em relação ao orçamento do produtor, o que reduziria a busca por sementes do Projeto Hora de Plantar.

As transferências diretas são importantes num contexto social de extrema pobreza, sobretudo em períodos de quebra da safra agrícola, por representarem um estabilizador de renda, garantindo um mínimo de recursos monetários ao produtor, possuindo importância capital para a manutenção da economia de pequenos municípios rurais (JUNQUEIRA; LIMA, 2008).

Tabela 17 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e valores de transferência recebida, Microrregião do Cariri, 2016

Valores mensais	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Não recebeu	13	10,83	8	8,89	21	10,00
0 – 500,00 reais	54	45,00	47	52,22	101	48,10
500 – 1000 reais	17	14,17	21	23,33	38	18,10
1000 – 1500 reais	2	1,67	4	4,44	6	2,86
1500 – 2000 reais	32	26,67	10	11,11	42	20,00
2000 – 2500 reais	2	1,67	0	0,00	2	0,95
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	R\$ 755,31		R\$ 564,03			
Significância – Teste t			0,031			
Significância – Teste de Levene			0,000			

Nota: (1) Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Um percentual de 10% dos agricultores não recebe qualquer valor. A maioria (76,2%) recebe até 1.000 reais de transferência, o que consiste em um pouco mais de um salário mínimo. Ao se analisar os dados desagregados dentro desta classe, percebe-se que 81,2% recebem até 300 reais (77,8% dos não beneficiários e 85,1% dos beneficiários). Tais valores reforçam o perfil de pobreza destes produtores.

Porém, há que se destacar que percentual significativo dos entrevistados (20%) apresenta recebimentos de transferência na faixa entre 1.500 e 2.000 reais, sendo a maioria deste grupo (76%) formado por não participantes do programa.

Ademais, ressalta-se, ainda, que os valores mensais recebidos a títulos de transferências superam em muitos casos os valores médios mensais auferidos pela produção de milho, conforme será apresentado posteriormente.

Em termos gerais, a análise da distribuição dos valores recebidos entre os grupos tratamento e controle revela que os não beneficiários recebem, em média, maiores valores a título de transferências que os beneficiários, sendo tais discrepâncias estatisticamente significativas ao nível de 5%.

6.1.1.12 Número de familiares envolvidos na produção

Apesar da conceituação legal de agricultor familiar não exigir a participação exclusiva de mão de obra familiar, o conceito adotado no Brasil requer que a atividade agrícola familiar seja a que “utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento” (BRASIL, 2006). Deste modo, para além da definição legal, a participação familiar na produção representa importante elemento para o sucesso da atividade agrícola, visto que os agricultores deste segmento, de modo geral, possuem pouco ou nenhum capital e a contratação de mão de obra externa à família representa despesas que podem limitar a área plantada.

A variável em questão inclui a participação de membro familiar além do produtor participante da pesquisa. Assim, por exemplo, os valores zero implicam que o produtor é o único membro da família que se dedica às atividades agrícolas, o que não significa que o mesmo seja o único trabalhador, visto ser comum a contratação de diaristas para a execução de serviços específicos, como limpeza do terreno e aplicação de defensivos agrícolas.

A Tabela 18 revela que 41,4% dos produtores recebe ajuda de apenas um membro familiar, sendo este percentual maior entre os produtores não participantes do programa. A segunda categoria mais importante refere-se aos produtores que recebem ajuda de dois membros da família, 31,4% do total de produtores (possuindo os beneficiários do programa maior participação nesta classe). Resumindo, pode-se afirmar que cerca de 80% dos produtores recebem ajuda de até dois membros da família, como a participação do cônjuge ocorreu em 56,3% neste grupo de produtores, isto sugere que mais de 50% destas famílias recebem ajuda de no máximo um filho (ou outro parente) na atividade agrícola. Apesar de necessitar de investigação mais específica que foge ao escopo do presente trabalho, tal evidência reforça, conforme comentado anteriormente, um processo de redução de participação da população jovem em atividades rurais, o que corrobora os questionamentos sobre a sucessão na agricultura familiar (ABRAMOVAY *et al*, 1998).

Tabela 18 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e número de familiares envolvidos na produção, Microrregião do Cariri, 2015

Número de familiares envolvidos na produção	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
0	12	10,00	4	4,44	16	7,62
1	53	44,17	34	37,78	87	41,43
2	33	27,50	33	36,67	66	31,43
3	15	12,50	8	8,89	23	10,95
4	4	3,33	10	11,11	14	6,67
5	2	1,67	1	1,11	3	1,43
6	1	0,83	0	0,00	1	0,48
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	1,88		1,63			
Significância – Teste t		0,115				
Significância – Teste de Levene		0,562				

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

A comparação entre os grupos revela que a diferença entre as médias de membros familiares atuantes na produção não é estatisticamente significativa ao nível de 5% conforme conclusão do Teste t.

6.1.1.13 Idade média dos familiares envolvidos na produção

De forma complementar ao abordado no item anterior, a Tabela 19 fornece os valores para as idades médias dos familiares envolvidos na produção com o intuito de inferir sobre a capacidade produtiva da referida força de trabalho. Em virtude do trabalho agrícola no âmbito do perfil dos produtores pesquisados, marcados sobretudo pelo trabalho braçal, os trabalhadores mais jovens tendem a possuir maior capacidade de trabalho em relação aos mais idosos. Além disto, tais dados permitem visualizar o perfil de idade da mão de obra familiar. Esta variável agrega as famílias em classes de valores referentes às médias de idade de seus membros produtivamente ativos.

No tocante à distribuição de frequência desta variável entre os dois grupos, percebe-se pouca diferença entre classes de idade. Tal percepção é corroborada pelo teste t, pelo qual se conclui que as diferenças de distribuição entre os grupos não são estatisticamente significativas ao nível de 5%, o que justifica uma análise tabular focada nos valores totais ao invés de se concentrar nas peculiaridades entre grupos controle e tratamento.

Tabela 19 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e idade média dos familiares envolvidos na produção, Microrregião do Cariri, 2015

Idade média dos familiares envolvidos na produção (em anos)	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
18 — 28	12	10,00	10	11,11	22	10,48
28 — 38	34	28,33	29	32,22	63	30,00
38 — 48	23	19,17	20	22,22	43	20,48
48 — 58	21	17,50	18	20,00	39	18,57
58 — 68	15	12,50	9	10,00	24	11,43
68 — 78	12	10,00	4	4,44	16	7,62
78 — 88	3	2,50	0	0,00	3	1,43
Total	120	100	90	100	210	100,0
média	46,2		42,5			
Significância – Teste t		0,075				
Significância – Teste de Levene		0,071				

Nota: (1) Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Neste sentido, percebe-se visualmente uma elevada dispersão dos dados entre as classes de valores, com destaque para a pequena participação de famílias com baixa média de idade, ou seja, as famílias com trabalhadores mais jovens correspondem a apenas 10,5% dos produtores, o que mais uma vez reforça a evidência de uma baixa renovação da agricultura familiar.

Em sentido oposto, percebe-se uma participação significativa de famílias com elevada média de idade para a força de trabalho familiar, em que 20,5% das famílias de produtores possuem mão de obra familiar com média acima de 58 anos. Como a variável em questão é uma média, este grupo com trabalhadores mais idosos, em média, provavelmente são compostos apenas pelo produtor e cônjuge.

As categorias com maior percentual de famílias são aquelas que incluem membros com idade média a partir de 28 e abaixo de 48 anos (50,48%). Mais uma vez, a expressiva participação de famílias com elevadas médias de idade para os trabalhadores corrobora tanto o seu envelhecimento neste segmento e a redução da participação de jovens nas atividades agrícolas, como a permanência na atividade agrícola de trabalhadores muito idosos, mas no contexto econômico e social em que estão inseridos, muitas vezes obrigados a continuarem a atividade laboral para ajudar na subsistência familiar.

Ao término da análise desta seção, percebe-se que os dois grupos de produtores apresentam perfil socioeconômico semelhante, o que contribui para a identificação do

contrafactual na aplicação da técnica de *propensity score matching*, elevando, assim, a possibilidade de formação de um pareamento homogêneo em características observáveis.

Outro aspecto a ser ressaltado é que o perfil socioeconômico dos agricultores beneficiários participantes da pesquisa evidencia um público com baixo nível de escolaridade, com exercício contínuo na atividade agrícola (tomando como base o tempo de atividade), formado em sua maioria por produtores não proprietários, com relações de trabalho típicos da agricultura familiar, o que indica a adequada focalização do programa em seu público alvo.

6.1.2 Aspectos gerais relacionados à produção

6.1.2.1 Sistemas de cultivo

O cultivo consorciado ou consórcio de culturas compreende o sistema de cultivo em que ocorre a semeadura de duas ou mais espécies em uma mesma área, de forma que uma das culturas conviva com a outra, no todo ou em parte de seu ciclo (MACIEL *et al.*, 2004; PORTES; SILVA, 1996).

O consórcio de culturas é prática generalizada entre pequenos produtores agrícolas no Brasil, caracterizados, em sua maioria, pela pouca disponibilidade de terra e baixo nível de capital. Neste contexto, o referido sistema pode apresentar vantagens como redução dos riscos de perdas, melhor aproveitamento da propriedade e retorno econômico (ANDRADE *et al.*, 2001; MACIEL *et al.*, 2004; VIEIRA, 1999).

Na região do Cariri, as culturas de sequeiro que são cultivadas em sistema consorciado são: milho e feijão, sobretudo o feijão de corda (*Vigna unguiculata*). Tais culturas representam a base da alimentação das comunidades rurais nordestinas, especialmente as inseridas no semiárido (COSTA; SILVA, 2008; SOUZA; MACEDO, 2007).

No tocante às especificidades técnicas para o consórcio milho/feijão, recomenda-se adotar uma densidade para gramínea e leguminosa compatível com a disponibilidade hídrica e a fertilidade do solo de cada local de cultivo, pois, no plantio em regiões semiáridas, a cultura menos competitiva tende a reduzir sua produção de forma mais acentuada que a mais dominante (CARDOSO; RIBEIRO; MELO, 2014).

Do exposto anteriormente, verifica-se que o cultivo consorciado pode representar um sistema produtivo com capacidade para gerar renda ao pequeno produtor. Porém, há que se observar que os diversos estudos que atestam tal característica realizados no país, sobretudo nos centros de pesquisa agropecuária, são desenvolvidos em condições ideais com

acompanhamento de corpo profissional qualificado e técnicas produtivas e de monitoramento que levam em consideração as inúmeras necessidades hídricas e nutricionais das culturas envolvidas, suscitando o questionamento sobre a real eficiência econômica de tais práticas em um contexto de agricultura familiar com pouca qualificação técnica e baixo nível de capital.

Procedendo-se a análise tabular dos dados, por meio da Tabela 20, nota-se que enquanto os produtores não beneficiários representam maioria entre os que adotam cultivo consorciado, o mesmo não ocorre entre o grupo dos beneficiários, em que quase 60% dos produtores não cultivam culturas de forma consorciada. Este fato não está associado a uma tendência de plantio em monocultura pelos agricultores beneficiários do programa, como inicialmente se pode pensar, pois a análise dos questionários desagregados indica que 72% deste grupo que não produzem em sistema de cultivo consorciado plantam outra cultura (na sua maioria feijão), em áreas separadas do plantio de milho.

Tabela 20 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e sistema de cultivo, Microrregião do Cariri, 2015

Sistema de Cultivo	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Não consorciado	54	45,0	53	58,89	107	50,95
Conсорciado	66	55,0	37	41,11	103	49,05
Total	120	100	90	100	210	100,0
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	3,970	Sig.	0,046		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Outro elemento importante pode ser resumido no efeito demonstração, em que os casos de maior produtividade de milho híbrido surgem entre os produtores que não adotam o cultivo consorciado, levando muitos a imitarem esta prática. Tal argumento pode ser corroborado ao cruzar os referidos dados às faixas de produtividade (Apêndice G). Neste sentido, entre os beneficiários do programa que não adotam o sistema de cultivo consorciado, apenas três agricultores (5,6%) situam-se na faixa de mais baixa produtividade (até 15 sacas por hectare), sendo que 32% possuem produtividade na faixa entre 30 e 45 sacas por hectare, 11,5% situam-se na faixa até 60 sacas por hectare, e 17% obtiveram produtividade acima de 60 sacas por hectare. Ao analisar este mesmo conjunto de dados para o grupo dos não beneficiários do programa, percebe-se que 31,5% dos que adotam o cultivo consorciado estão na menor faixa de produtividade e 1/3 estão na faixa seguinte (de 15 a 30 sacas por ha).

Esses comentários descritos, tendo por base a análise tabular dos dados da pesquisa de campo, não se afiguram como crítica ao sistema de cultivo consorciado, cujos

benefícios são amplamente conhecidos no meio acadêmico de longa data, mas objetivam somente apresentar um questionamento sobre as condições técnicas que o referido sistema de cultivo é adotado, influenciadas pelo contexto econômico e social destes produtores.

6.1.2.2 Área total de produção em todas as culturas

Neste item, abordar-se-á a área cultivada em todas as culturas. Tal variável torna-se importante ao permitir inferir sobre as condições de geração de renda e produção de alimentos que os produtores pesquisados dispõem para a subsistência da família.

Há que se ressaltar que o Projeto Hora de Plantar tem como limite de distribuição a quota máxima de 100 kg de sementes por produtor, o que permite o plantio de, no máximo, cinco hectares. Segundo questionamento junto aos técnicos da Ematerce, a maioria dos produtores recebe sementes que permitem plantar até no máximo dois hectares.

Tabela 21 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e área total cultivada, Microrregião do Cariri, 2015

Área total (em ha)	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
< 1	69	57,50	46	51,11	115	54,76
1 — 2	35	29,17	28	31,11	63	30,00
2 — 3	8	6,67	8	8,89	16	7,62
3 — 4	6	5,00	4	4,44	10	4,76
4 — 5	2	1,67	2	2,22	4	1,90
5 — 7	0	0,00	2	2,22	2	0,95
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	1,16		1,39			
Significância – Teste t		0,12				
Significância – Teste de Levene		0,054				

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Tendo como referência o perfil do produtor pesquisado definido na metodologia, percebe-se, conforme a Tabela 21, que mais de 50% dos produtores cultivam área menor que um hectare, sendo que cerca de 85% produzem em uma área menor que dois hectares, enquanto apenas 7,6% plantam área superior a três hectares. Assim, tratam-se de produtores com pouco capital e reduzida disponibilidade de área de plantio, o que compromete a capacidade da atividade agrícola promover isoladamente a subsistência destas famílias. Tal fato reforça a importância das transferências públicas para a sobrevivência destes produtores.

Em virtude das restrições definidas na metodologia quanto ao tamanho da área a ser definida como elemento de seleção de produtores a serem pesquisados, os dados ora apresentados caracterizam-se pela elevada homogeneidade. Deste modo, as diferenças nas médias da área plantada entre os grupos de beneficiários e não beneficiários não são estatisticamente distintas aos níveis de significância usuais.

6.1.2.3 Percentual da área com a cultura do milho

No contexto da agricultura familiar, principalmente quando se leva em consideração que a maioria destes agricultores exerce múltiplas atividades agrícolas (cultivo de hortaliças, grãos, pequena criação de animais, fruticultura, etc.), tanto para a alimentação quanto para comercialização como meio de obter renda monetária, surge o questionamento sobre a importância relativa da cultura do milho para a subsistência familiar.

Tabela 22 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e percentual da área total destinado ao plantio de milho, Microrregião do Cariri, 2015

Faixas percentuais	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
25% ——— 50%	7	5,83	7	7,78	14	6,67
50% ——— 75%	62	51,67	41	45,56	103	49,05
75% ——— 100%	51	42,50	42	46,67	93	44,29
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	0,688		0,695			
Significância – Teste t		0,816				
Significância – Teste de Levene		0,139				

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Os dados a seguir fornecem alguma luz sobre este ponto. Tomando como base o percentual da área plantada de milho em relação à área total, percebe-se que somente 6,7% dos produtores possuem percentual da área plantada com milho inferior a 50%. Assim, para a ampla maioria dos produtores (93,3%), a cultura do milho representa a principal atividade (Tabela 22). Tal consideração se mostra pertinente ao endossar a importância da renda gerada com a produção do milho para a composição da renda agrícola familiar.

No que tange às diferenças entre os grupos pesquisados, estas não se mostraram estatisticamente significativas.

6.1.2.4 Área de produção de milho

A Tabela 23 fornece os dados referentes às áreas de produção de milho. De forma similar aos dados anteriores, percebe-se elevada concentração dos agricultores nas duas primeiras classes, 70,5% até um hectare e cerca de 92% até dois hectares. Para este perfil de produtor, a cultura do milho provavelmente não é capaz de garantir, isoladamente de outras fontes, a subsistência destas famílias, porém pode contribuir tanto para a geração de renda monetária, devido à sua fácil comercialização, quanto para a complementação alimentar da família e animais domésticos.

Tabela 23 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e área plantada de milho, Microrregião do Cariri, 2015

Área plantada de milho (em hectares)	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
< 1	86	71,67	62	68,89	148	70,48
1 — 2	28	23,33	18	20,00	46	21,90
2 — 3	3	2,50	3	3,33	6	2,86
3 — 4	3	2,50	3	3,33	6	2,86
4 — 5	0	0,00	2	2,22	2	0,95
5 — 6	0	0,00	2	2,22	2	0,95
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	0,82		1,05			
Significância – Teste t		0,08				
Significância – Teste de Levene		0,025				

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Similarmente ao observado no item anterior, as diferenças entre os grupos não são estatisticamente significativas ao nível de 5%.

6.1.2.5 Produtividade por hectare da cultura do milho

A análise da produtividade da cultura do milho é apresentada na Tabela 24. A maior parcela de produtores (86,7%) encontra-se agrupada nas classes com produtividade até 45 sacas por hectare, porém é nítida a distinção entre os grupos. Os não beneficiários que apresentam produtividade abaixo de 15 sacas por hectare, correspondem a quase duas vezes o percentual do grupo de beneficiários para esta faixa de produtividade.

Tabela 24 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e produtividade por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015

Produtividade (sacas por hectare)	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
0 ——— 15	53	44,17	20	22,22	73	34,76
15,00 ——— 30,00	37	30,83	28	31,11	65	30,95
30,00 ——— 45,00	22	18,33	22	24,44	44	20,95
45,00 ——— 60,00	6	5,00	8	8,89	14	6,67
60,00 ——— 75,00	2	1,67	8	8,89	10	4,76
Acima de 75,00	0	0,00	4	4,44	4	1,90
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	20			32		
Significância – Teste t		0,000				
Significância – Teste de Levene		0,001				

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Para a segunda classe, que contempla produtores que obtiveram produtividade até 30 sacas por hectare, os percentuais entre os grupos se assemelham. A partir da terceira classe, que incluem os produtores com produtividade acima de 30 sacas por hectares, os beneficiários agregam maior percentual, 46,7%, enquanto os não beneficiários compreendem somente 25% dos produtores. Ressalta-se que nenhum agricultor pertencente ao grupo dos não beneficiários do programa integra a faixa de produtividade acima de 75 sacas por hectare.

Ao se calcular as médias separadamente por grupo, percebe-se que a média de produtividade dos beneficiários do Projeto Hora de Plantar é 60% superior ao dos não beneficiários. Tal diferença entre os grupos no tocante à produtividade média é estatisticamente significativa ao nível de 1%.

Deste modo, pode-se concluir que, para os dados não pareados, o grupo dos beneficiários do projeto Hora de Plantar apresenta produtividade média substancialmente superior ao grupo dos não participantes do programa. Apesar disto, há que se considerar que 53,3% dos beneficiários apresentaram produtividade bem abaixo da estimada para o milho híbrido, que é de 50 sacas por hectare, o que sugere a existência de margem para aumento de produtividade para este grupo e provocando o questionamento acerca dos fatores relacionados a tal assimetria entre os produtores participantes do projeto.

Um elemento que surgiu na interação com os agricultores foi a evidência de venda ou doação de sementes por parte de alguns beneficiários, tal prática pôde ser confirmada pelo número expressivo de produtores que foram descartados da entrevista por admitirem que utilizam sementes do projeto adquiridas por venda ou doação (geralmente de familiares

beneficiários). Tais fatos demandam dos órgãos gestores a necessidade de maior fiscalização e adequação da focalização da política pública.

6.1.2.6 Margem bruta por hectare da cultura do milho

As informações referentes à margem bruta por hectare da cultura do milho são expressas na Tabela 25 em que se identifica nítida diferença entre os grupos de produtores.

Tabela 25 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e margem bruta por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015

Classe de Valores	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Obtiveram prejuízo	12	10,0	2	2,2	14	6,7
0 ----- R\$ 1.000,00	74	61,7	38	42,2	112	53,3
R\$ 1.000,00 ----- R\$ 2.000,00	26	21,7	34	37,8	60	28,6
R\$ 2.000,00 ----- R\$ 3.000,00	8	6,7	10	11,1	18	8,6
Acima de R\$ 3000,00	0	0,0	6	6,7	6	2,9
Total	120	100	90	100	210	100
média	R\$ 706,54		R\$ 1.284,45			
Significância – Teste t	0,000					
Significância – Teste de Levene	0,003					

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Apesar dos dois grupos apresentarem elevada concentração de produtores nas classes de menor margem bruta (os que obtiveram prejuízo e os que obtiveram margem bruta até R\$ 1.000,00), tal percentual é significativamente maior entre os produtores não participantes do programa, enquanto os produtores beneficiários possuem distribuição com maior participação percentual das classes de rendimento mais elevada, em que 55,6% dos produtores deste grupo obtiveram resultado acima de R\$ 1.000,00 em relação aos do grupo controle, em que somente 28,4% obtiveram ganhos acima desta faixa. A disparidade entre os grupos torna-se mais evidente ao se observar que somente agricultores beneficiários atingiram valores acima de R\$ 3.000,00.

Não obstante, a safra 2015 ter sido marcada por pluviosidade abaixo da média histórica (FUNCEME, 2015), com perdas significativas de produção, dentre os agricultores pesquisados, a renda bruta média com a cultura do milho obtida pelo grupo dos beneficiários do programa foi quase duas vezes o montante obtido pelos produtores não participantes,

sendo tais discrepâncias estatisticamente significativas ao nível de 1%. Este fato reflete os ganhos de produtividade superiores para o milho híbrido em relação ao milho variedade.

6.1.2.7 Renda bruta por hectare da cultura do milho

Na Tabela 26, são agrupados em classes os dados referentes às rendas brutas por hectare obtidas com a produção de milho (híbrido e variedade), a visualização dos referidos dados revela para os dois grupos de agricultores elevada concentração nas duas primeiras classes, com renda bruta por hectare até R\$ 2.000,00 (74,8% do total), sendo que o grupo dos não beneficiários do programa agrega parcela significativamente mais elevada de produtores, 84,2% ante 62,2% do grupo dos beneficiários. Porém, o percentual de produtores nas classes de maior faturamento (acima de R\$ 2.000,00) é maior entre o grupo dos beneficiários do Projeto Hora de Plantar, evidenciando maior rendimento para o referido grupo.

Assim, percebe-se que, para a maior parte dos produtores da amostra, o faturamento anual da produção de milho não é suficiente para garantir isoladamente de outras fontes de renda a subsistência familiar. Outro elemento a ser lembrado diz respeito ao período de coleta de dados, que se deu em 2015, caracterizado por precipitações pluviométricas abaixo da média o que obviamente reduz a produtividade e rentabilidade. (FUNCEME, 2015).

Calculando-se a média da renda bruta por hectare isoladamente para cada grupo, tem-se que o grupo dos não beneficiários obteve rendimento médio anual de R\$ 1.182,64, em contraposição, o grupo dos beneficiários do projeto auferiu receita média bruta anual no valor de R\$ 1.932,63, tais diferenças são estatisticamente significativas ao nível de 1%.

Tabela 26 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e renda bruta por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015

Classe de receita	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
0 ——— R\$ 1000,00	63	52,5	26	28,9	89	42,4
R\$1000,00 ——— R\$ 2000,00	38	31,7	30	33,3	68	32,4
R\$ 2000,00 ——— R\$ 3000,00	13	10,8	17	18,9	30	14,3
R\$ 3000,00 ——— R\$ 4000,00	5	4,2	6	6,7	11	5,2
Acima de R\$ 4000,00	1	0,8	11	12,2	12	5,7
Total	120	100	90	100	210	100
Média	R\$ 1.182,64		R\$ 1.932,63			
Significância – Teste t	0,000					
Significância – Teste de Levene	0,001					

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Assim, apesar de se poder afirmar que, para a maior parte dos produtores da amostra, a renda bruta anual por hectare da produção de milho não é suficiente para garantir, isoladamente de outras fontes de renda, a subsistência da família, pode-se inferir que, para os beneficiários do programa, a cultura do milho apresenta maior contribuição econômica para a renda familiar. Obviamente, tais conclusões limitam-se à análise de dados não pareados, todavia, o efeito do programa sobre a renda agrícola somente poderá ser aferido posteriormente, após as estimativas do efeito médio do tratamento através da técnica de *propensity score matching*.

6.1.2.8 Custo variável de produção por hectare da cultura do milho

Um questionamento sobre a utilização de sistemas de produção agrícolas com incorporação de práticas produtivas mais modernas diz respeito à sua adequação às limitações de capital de pequenos agricultores. A maior produtividade requer, em muitos casos, gastos com adubação, sementes, defensivos agrícolas, mão de obra etc. Assim, a análise desses dados visa identificar diferenças de custos entre os grupos. Há que se ressaltar, todavia, que os custos aqui incluídos não incorporaram de forma precisa todas as despesas diretas ou indiretas ligadas à atividade agrícola. Isto se deve ao fato dos dados coletados junto aos produtores consistirem em uma estimativa, visto os mesmos não manterem registro detalhado de despesas. Assim, foram incluídos os principais dispêndios associados à atividade agrícola, como custo da terra, despesas com serviços de mecanização, com mão de obra, com adubação e aplicação de defensivos agrícolas, colheita e sementes. No item custo da terra, o valor foi determinado em função do preço do arrendamento na localidade.

Procedendo-se à análise dos dados, percebe-se, por meio da Tabela 27, nos dois grupos pesquisados, a maior concentração de agricultores nas classes de custo até R\$ 500,00 por hectare (90% entre não beneficiários e 84,5% entre os beneficiários). Este fato condiz com o perfil de pequenos produtores rurais, com baixo nível de capital e pequena capacidade de empreender despesas de produção elevadas. Nas classes de custos mais altos (acima de R\$ 500,00), percebe-se a maior participação dos produtores beneficiários. Apesar dos custos variáveis médios por hectares dos beneficiários apresentarem-se aproximadamente 15% maiores que os não beneficiários, tal diferença não é estatisticamente significativa.

Tabela 27 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e custo variável de produção por hectare, milho, Microrregião do Cariri, 2015

Custo de Produção por hectare	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
0 ——— R\$ 250,00	80	66,7	52	57,8	132	62,8
R\$ 250,00 ——— R\$ 500,00	28	23,3	24	26,7	52	24,8
R\$ 500,00 ——— R\$ 750,00	8	6,7	9	10,0	17	8,1
R\$ 750,00 ——— R\$ 1000,00	4	3,3	5	5,5	9	4,3
Total	120	100	90	100	210	100,0
Média	R\$ 222,97		R\$ 255,86			
Significância – Teste t	0,266					
Significância – Teste de Levene	0,376					

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

De forma a complementar a presente análise, a Tabela 28 apresenta a composição percentual dos principais componentes do custo de produção do milho, buscando compreender melhor as diferenças de práticas produtivas entre os dois grupos, tanto às relacionadas ao perfil socioeconômico do produtor quanto à possibilidade de discrepância no perfil tecnológico entre os dois grupos.

Em relação às despesas com mão de obra, percebe-se que os dois grupos mantêm características típicas de pequenos produtores, com elevada utilização de mão de obra familiar, sobretudo entre os produtores não beneficiários do programa. Nota-se, entre os beneficiários uma maior tendência à contratação de mão de obra externa à família, possivelmente entre os produtores com maior área e maior produtividade, em que a maior densidade de plantio, e conseqüentemente o maior volume de produção, demandam trabalho acima da capacidade laboral da família. Destaca-se que este componente representa o terceiro item em importância relativa na composição dos custos de produção, no qual o peso relativo médio deste item para os beneficiários supera em mais de 60% ao dos não beneficiários, sendo tal diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%.

As despesas percentuais com a terra apresentam-se como o item com maior importância relativa, com percentual médio de 45,5% entre os não beneficiários e 37,8% entre os beneficiários do programa. Em termos de distribuição dos agricultores entre as classes, percebe-se, para os dois grupos, uma expressiva concentração dos produtores nas faixas percentuais entre 25% a 50% e na faixa acima de 75%. A elevada concentração de observações na última faixa justifica-se em virtude do alto contingente de entrevistados que não utilizam insumos modernos (mecanização, fertilizantes, defensivos agrícolas e sementes).

Para estes produtores, o pagamento de renda da terra, enquanto custo fixo, tende a representar parcela significativa dos custos na ausência de outros itens de despesa.

Tabela 28 - Distribuição relativa dos produtores de milho, por grupo e composição percentual do custo variável de produção, milho, Microrregião do Cariri, 2015

Grupo de produtores e faixas de valores	M.O	Terra	Mecaniz.	Colheita	Fertiliz.	Defens.	Sem.
Não Beneficiários							
Não declararam custo	70,0	21,7	98,3	99,2	87,5	35,0	94,2
Até 25%	10,0	10,8	–	0,8	5,0	15,8	5,8
Acima de 25% a 50%	10,8	30,0	1,7	–	5,0	29,2	–
Acima de 50% a 75%	5,8	14,2	–	–	1,7	13,3	–
Acima de 75% a 100%	3,3	23,3	–	–	0,8	6,7	–
Média (%)	12,72	45,50	0,49	0,15	4,2	27,14	0,73
Beneficiários							
Não declararam custo	55,6	27,8	93,4	96,7	88,9	32,2	97,8
Até 25%	12,2	17,8	2,2	2,2	6,7	24,4	2,2
Acima de 25% a 50%	12,2	23,3	2,2	–	3,3	27,8	–
Acima de 50% a 75%	7,8	13,3	2,2	1,1	1,1	10,0	–
Acima de 75% a 100%	12,2	17,8	–	–	–	5,6	–
Média (%)	21,13	37,83	2,51	0,97	2,84	25,81	0,28
Total							
Não declararam custo	63,8	24,3	96,2	98,1	88,1	33,8	95,7
Até 25%	11,0	13,8	1,0	1,4	5,7	19,5	4,3
Acima de 25% a 50%	11,4	27,1	1,9	–	4,3	28,6	–
Acima de 50% a 75%	6,7	13,8	1,0	0,5	1,4	11,9	–
Acima de 75% a 100%	7,1	21,0	–	–	0,5	6,2	–
Média (%)	16,32	42,20	1,36	0,42	3,62	26,57	0,54
Nível de Sign. Teste t	0,032	0,121	0,047	0,282	0,418	0,724	0,000
Nível de Sign. Teste Levene	0,002	0,678	0,000	0,015	0,106	0,762	0,026

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

A prevalência da produção tradicional é reforçada quando se observa a reduzida importância dos itens como despesas com mecanização e colheita. A mecanização em relação ao perfil dos produtores pesquisados executa principalmente o trabalho de aração/gradagem do solo, plantio e colheita, em que as despesas com colheita mecânica foram incluídas no item mecanização. Evidência marcante consiste no fato de quase a totalidade dos agricultores pesquisados não efetuarem despesas com mecanização (98,3% entre os não beneficiários e 93,4% entre os beneficiários do programa), sendo tais diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5%. Ressalta-se que nenhum dos entrevistados possui equipamentos mecânicos, e que tais serviços foram ofertados por cooperativas de produtores, o que, por sua

vez, reforça a importância destas organizações e do apoio público à aquisição de equipamentos para a melhoria do nível tecnológico destas comunidades.

O item despesa com colheita agrega as despesas com serviços de terceiros no tocante às atividades de colheita e debulha do milho³⁴ e representa o item com o menor peso relativo nos custos de produção. Ademais, as diferenças entre os grupos não foi estatisticamente significativa.

O caráter tradicional da produção dos grupos pesquisados fica evidente ao se analisar o percentual de gasto com fertilizantes. Tais insumos químicos têm a função de suprir as deficiências de fertilidade do solo em relação aos macronutrientes básicos utilizados pela planta em todo o seu ciclo (CRUZ *et al*, 2008). Embora desempenhe esse papel, apenas 12% do total de produtores efetuaram despesas com este insumo. As diferenças entre os grupos não são estatisticamente significativas para este item.

Quanto ao uso de defensivos agrícolas, a evidência apresentada pelos dados diverge consideravelmente em relação ao uso de fertilizantes, pois os gastos com defensivos agrícolas representam o segundo item com maior percentual na despesa total. Possivelmente, tais gastos são motivados pelo potencial elevado de perdas em caso de incidência severa de praga, podendo levar à perda total da produção. Ainda assim, o percentual de produtores que não utilizam nenhum defensivo é significativo, situando-se em torno de 34%, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de produtores.

No tocante às despesas com sementes, como era de se esperar, tendo em vista os agricultores selecionados para o estudo, o percentual de produtores que não efetuaram gastos com sementes é elevado para os dois grupos, sobretudo para os beneficiários do programa, visto que os mesmos recebem do governo estadual as sementes e, no ano em questão, foram isentados do pagamento em virtude da estiagem. Com efeito, somente dois produtores beneficiados pelo programa efetuaram despesas com sementes³⁵. Buscando a justificativa nos questionários, vê-se que estes produtores são os com maior volume de produção e efetuaram gastos com sementes híbridas para complementar o plantio, visto que a quantidade recebida do setor público não foi suficiente para cobrir toda a área de plantio. No que tange aos produtores não beneficiários do programa, a maioria destes não utiliza sementes adquiridas no comércio, realizando na própria produção o processo de seleção de grãos-sementes para plantio na safra seguinte. Desta forma, compras de sementes representam, para o grupo

³⁴ Tais despesas não foram incluídas no item mão de obra.

³⁵ Há que se lembrar que, na Tabela 28, o número total de produtores é menor que 210, em virtude da necessidade de exclusão dos 7 produtores que não declararam custo (o que impossibilita o cálculo percentual por item de despesas para estes casos).

pesquisado, situações também atípicas, que são utilizadas em ocasiões de estiagem pós-plantio, o que causa a perda da semente e a necessidade de compra de sementes para novo plantio. Tal situação foi identificada em sete produtores.

6.1.2.9 Vulnerabilidade da produção ao risco climático

A Tabela 29 apresenta a disponibilidade de água na propriedade, buscando investigar a disponibilidade de recursos hídricos para o uso doméstico e para a produção, enquanto, na Tabela 30, são mostrados os níveis de perdas da produção estimados pelos produtores no ano de 2015, o que sinaliza o nível de vulnerabilidade da produção para estes produtores.

Em relação à disponibilidade de água na propriedade, percebe-se que cerca de 24% dos produtores possuem recursos hídricos suficientes para a produção e uso doméstico, porém é necessário ressaltar que, em virtude do perfil do público pesquisado, nenhum destes agricultores possui recursos hídricos abundantes em sua propriedade que possibilitassem a irrigação de grandes áreas. Ademais, dentre os pesquisados, apenas um produtor realizava plantio de milho em área irrigada³⁶.

É importante aqui mencionar que, na pesquisa de campo, verificou-se que a maioria dos produtores que afirmaram ter disponibilidade de água para a produção, na realidade, dispunha de uma “cacimba” que fornecia água para os animais e, em geral, um sistema simplificado de irrigação para frutas e hortaliças, destinadas, sobretudo, à alimentação familiar. Possivelmente, nestes casos, a vazão de água não seria suficiente para a irrigação de uma área maior. Assim, apesar destas famílias possuírem uma menor vulnerabilidade social, pois em período de seca teriam condições mínimas de manter animais e culturas de subsistência, a produção de milho permanece sujeita ao risco de seca. Além disso, também é importante ponderar, com base nas observações de campo, que se mostrou comum que famílias arrendassem áreas não contíguas à sua residência, o que elimina a possibilidade de transporte de água para lavoura de milho.

No tocante aos demais produtores, percebe-se que em torno de 43,8% dispõem de água apenas para atender à demanda ao uso doméstico, representando como principal fonte de fornecimento a rede de distribuição e poços profundos da companhia distribuidora. O restante

³⁶ Esse produtor que faz irrigação do milho, na realidade, irriga as áreas de plantio de banana, sendo o milho plantado em consórcio, beneficiando-se indiretamente da irrigação.

(32,3% do total) apresenta elevada vulnerabilidade não apenas da produção, mas também social, ao não dispor de oferta de água suficiente para atender às necessidades domésticas.

Tabela 29 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e disponibilidade de recursos hídricos, Microrregião do Cariri, 2015

Disponibilidade de recursos hídricos	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Não suficiente ao uso doméstico	43	35,83	25	27,78	68	32,38
Apenas para uso doméstico	53	44,17	39	43,33	92	43,81
Para produção e uso doméstico	24	20,00	26	28,89	50	23,81
Total	120	100	90	100	210	100
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	2,745	Sig.	0,249		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Ressalta-se que as diferenças entre os grupos não são estatisticamente significativas, conforme se evidencia pelo nível de significância do teste do Qui-quadrado.

A região do Cariri, inserida no semiárido nordestino, apresenta como característica marcante a baixa pluviosidade com reflexos na organização social e produtiva em torno da agricultura de sequeiro. Porém, acompanhando a tendência dos anos anteriores, o ano de 2015 registrou pluviosidade significativamente abaixo da média histórica para a região³⁷ (FUNCEME 2015). Diante deste cenário, perdas agrícolas são inevitáveis. Para os municípios pesquisados, tais perdas foram menores, porém significativas. Neste contexto, apenas cerca 10% dos não beneficiários e 12,2% dos beneficiários do programa não tiveram perdas na produção, enquanto 75,8% dos não beneficiários e 62,2% dos beneficiários tiveram perdas acima de 20%. Verifica-se que as distribuições de frequência não são distintas ao nível de 5%.

O menor percentual de perdas entre os beneficiários do programa possivelmente está relacionado à precocidade da variedade de milho distribuída na região, com período de colheita em torno de 70 dias após o plantio. A utilização de variedade precoce objetiva reduzir o ciclo produtivo da planta de forma a se adequar às características edafoclimáticas da região, sobretudo à irregularidade das chuvas (CRUZ *et al.*, 2008).

³⁷ Dos municípios pesquisados, apenas Barbalha apresentou chuvas ao nível da média histórica, Nova Olinda e Santana do Cariri apresentaram, respectivamente, 66% e 75% do nível de pluviosidade da média histórica.

Tabela 30 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e níveis de perda na produção, Microrregião do Cariri, 2015

Níveis de perda na produção	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Não houve perdas	12	10,00	11	12,22	23	10,95
5%	3	2,50	9	10,00	12	5,71
10%	3	2,50	6	6,67	9	4,29
20%	11	9,17	8	8,89	19	9,05
Acima de 20%	91	75,83	56	62,22	147	70,00
Total	120	100	90	100	210	100
Teste do Qui-Quadrado (χ^2)	Estatística	8,823	Sig.	0,062		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Porém, há que se mencionar também que o elevado nível de perdas, mesmo em produtores que plantaram milho híbrido, pode estar correlacionado ao período de plantio, pois, pela análise dos questionários, a maioria dos agricultores plantou no início das chuvas (50% em janeiro e 45% em fevereiro). Esta prática, levando-se em conta o contexto de irregularidades das chuvas no semiárido nordestino, pode determinar o plantio em dissincronia com o período chuvoso³⁸, o que contribui para o aumento do risco de perdas. Neste sentido, os meses de fevereiro, março e abril de 2015 apresentaram os maiores “déficits” de pluviosidade em relação à média histórica, prejudicando o desenvolvimento da cultura e em muitos casos impondo a necessidade de nova semeadura. Assim, juntamente ao elemento climático, o fator cultural pode estar correlacionado com as perdas.

6.1.3 Análise descritiva dos índices e indicadores componentes do Índice de Sustentabilidade da Produção

Ressalta-se que as análises realizadas nesta seção têm por objetivo apresentar e comentar a distribuição dos grupos pesquisados em relação às faixas de classificação dos respectivos índices, de modo a permitir apreender informações relevantes que auxiliem na análise dos resultados da estimação do efeito médio do tratamento pelo método de *propensity score matching*.

Ademais, ao contrário do exposto para seções anteriores, na análise dos Índices de Gestão Ambiental da Produção (IGAP) e Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP),

³⁸A chamada Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) representa o principal mecanismo responsável pelas chuvas que ocorrem no Nordeste do Brasil, durante sua estação chuvosa principal, entre fevereiro e maio. Porém, tal mecanismo sofre influência em virtude de variações nos ventos Alísios de nordeste e sudeste que influenciam a intensidade e posicionamento da ZCIT (MOLION; BERNARDO, 2000).

optou-se, em virtude do excessivo número de indicadores e questões vinculadas, por uma explicação mais genérica, citando a evidência mais importante dos questionários sem, contudo, proceder a uma análise detalhada de cada variável componente dos inúmeros indicadores.

6.1.3.1 Índice de Contribuição Econômica da cultura do milho (ICE)

O Índice de Contribuição Econômica (ICE) foi construído tomando como base os valores da margem bruta com a cultura do milho, padronizando os valores numa escala de 0 (zero) a 1, onde o valor 0 (zero) foi atribuído ao produtor que obteve a menor saldo (ou o maior prejuízo) e o valor 1 ao que auferiu a maior margem bruta.

A Tabela 31 revela elevada concentração de produtores na categoria “baixo” do índice em questão (90,5% entre os não beneficiários e 84,4% entre os beneficiários do projeto), reflexo da reduzida produtividade do milho e das expressivas perdas na produção oriundas sobretudo de práticas agrícolas inadequadas e da alta vulnerabilidade ao risco climático. Apenas três agricultores beneficiários obtiveram ganhos que permitiram a classificação no nível mais alto. Há que se considerar, todavia, que em virtude da elevada assimetria entre as rendas dos produtores, em que alguns obtiveram prejuízo e outros uma renda expressiva, a amplitude de escala para o índice se eleva, cujo efeito principal seria a agregação de grande número de entrevistados na categoria baixo, dificultando qualquer análise.

Ao se observar mais especificamente os produtores classificados com baixo nível no índice de contribuição econômica, percebe-se que 69% dos agricultores não beneficiários estão na faixa de índice até 0,249. Estes percentuais para os produtores beneficiários são significativamente menores (43,3%).

Apesar de baixo, o valor médio do ICE para os produtores beneficiários supera em mais de 60% a média dos não beneficiários, sendo tais diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 31 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e categorias do Índice de Contribuição Econômica, Microrregião do Cariri, 2015

Categorias do índice	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Baixo	114	95,0	76	84,4	190	90,5
0 — 0,250	83	69,2	39	43,3	122	58,1
0,250 — 0,5	31	25,8	37	41,1	68	32,4
Médio	6	5,0	11	12,2	17	8,1
Alto	—	—	3	3,3	3	1,4
Total	120	100	90	100	210	100
Média	0,194		0,316			
Significância – Teste t	0,000					
Significância – Teste de Levene	0,003					

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Assim, pode-se inferir para o ICE a existência de uma distribuição de valores marcadamente assimétrica, em que os baixos valores para o índice não representam casos isolados, mas a regra para este perfil de produtores, inclusive para os beneficiários do programa, o que evidencia uma significativa fragilidade econômica destes produtores.

6.1.3.2 Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP)

Na Tabela 32 são apresentados os valores do IGAP e indicadores componentes, conforme descrição metodológica. Nesta análise, optou-se por proceder, em um primeiro momento, o estudo de cada indicador e respectivas variáveis, agregando ao final o IGAP.

Em relação ao Indicador de Práticas Ambientais de Preparo do Solo (IPAPS), percebe-se elevada concentração de produtores na classificação “alto” do índice, agregando em torno de 50% dos agricultores dos dois grupos, que declararam não realizar desmatamento e queimadas. Porém, ao se analisar as variáveis componentes deste indicador (ver Apêndice H), observa-se que 31,4% dos produtores ainda realizam desmatamento (29,2% entre os não beneficiários e 34,4% entre os beneficiários) e 48,6% realizam queimadas como práticas de limpeza da terra (45,8% entre os não beneficiários e 52,2% entre os beneficiários). Tais percentuais evidenciam a permanência no campo de práticas tradicionais de preparo do solo, a despeito de fiscalização de órgãos ambientais, com efeitos ambientais nocivos tanto sobre a

biodiversidade de micro-organismos no solo, quanto à perda de nutrientes como nitrogênio e fósforo (OLIVEIRA *et al.*, 2005).³⁹

Tabela 32 - Distribuição relativa dos produtores de milho, por grupo e indicadores do Índice de Gestão Ambiental da Produção, Microrregião do Cariri, 2015

Escala de Classificação por Grupo	ÍNDICE E INDICADORES						
	IPAPS	IPPA	IPPP	IPRA	IPCP	IGRS	IGAP
Não Beneficiários							
Baixo	26,7	97,5	–	70,0	28,3	96,7	82,5
Médio	21,7	2,5	52,5	29,2	71,7	3,3	17,5
Alto	51,6	–	47,5	0,8	–	–	–
Média	0,625	0,216	0,737	0,271	0,406	0,071	0,387
Contribuição do indicador i no IGAP	26,92%	9,30%	31,74%	11,67%	17,48%	3,06%	100%
Beneficiários							
Baixo	34,4	97,8	–	57,8	27,8	93,3	84,4
Médio	17,8	2,2	60,0	41,1	72,2	6,7	15,6
Alto	47,8	–	40,0	1,1	–	–	–
Média	0,567	0,207	0,7	0,338	0,406	0,061	0,380
Contribuição do indicador i no IGAP	24,87%	9,08%	30,70%	14,82%	17,81%	2,68%	100%
Total							
Baixo	30,0	97,6	–	64,8	28,1	95,2	84,3
Médio	20,0	2,4	55,7	34,2	71,9	4,8	15,7
Alto	50,0	–	44,3	1,0	–	–	–
Média	0,600	0,212	0,721	0,300	0,406	0,067	0,384
Nível Sign. – Teste t	0,340	0,571	0,280	0,062	0,976	0,666	0,590
Nível Sign. – Teste de Levene	0,274	0,347	0,047	0,654	0,873	0,547	0,595

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

A análise do Indicador de Práticas de Plantio e Adubação (IPPA) revela que a quase totalidade dos produtores está classificada como nível “baixo”, não havendo diferenças significativas entre beneficiários e não beneficiários. Tal evidência pode ser melhor elucidada observando-se individualmente os componentes do referido indicador (ver Apêndice I). Em relação aos cuidados com o risco de erosão no plantio em áreas inclinadas, percebe-se a falta de conhecimento técnico destes produtores quanto às técnicas básicas de cuidado com o solo, em que, dos 110 produtores que realizam plantio em terreno inclinado, apenas um agricultor utiliza curva de nível. O plantio direto representa uma das técnicas conservacionistas de maior

³⁹ Os referidos autores estimaram as perdas médias de nutrientes para o cerrado na ordem de 640 kg/ha de Nitrogênio (N), 4 kg/ha de Fósforo (P), 42 kg/ha de Potássio (K), e 58 kg/ha de outros micronutrientes, além da liberação de gases de efeito estufa, como CO₂.

expansão nos últimos anos no Brasil, havendo sistemas adaptados às diferentes regiões e níveis tecnológicos, do grande ao pequeno agricultor que usa a tração animal, e consiste na não remoção da palha da cultura no ano anterior. Esta prática evita a erosão e a degradação dos nutrientes do solo (CRUZ *et al.*, 2008). Apesar dessa relevância, apenas 9% dos produtores (6,7% entre os beneficiários e 10,8% entre os não beneficiários) declararam utilizar esta técnica. Tal evidência leva ao questionamento do papel das políticas estaduais de extensão rural na difusão de práticas produtivas sustentáveis.

Outra técnica simples de manutenção da fertilidade do solo é a rotação de cultura, permitindo que a alternância de culturas nas áreas de plantio (como a introdução de leguminosas) favoreça a recomposição de nutrientes, sobretudo nitrogênio. Tal prática foi adotada somente por 36,4% dos produtores (40% entre os beneficiários do projeto Hora de Plantar e 33,3% entre os não beneficiários). Há que se considerar como fator explicativo o efeito da estrutura fundiária sobre os cuidados do produtor em relação ao solo. Assim, o elevado percentual de produtores arrendatários pode representar explicação plausível para a não adoção generalizada de técnicas de preservação do solo. Como tais técnicas apresentam benefícios no longo prazo, aliadas ao fato dos contratos de arrendamento das propriedades pesquisadas serem de curtíssimo prazo (apenas uma safra), os produtores não são estimulados a adotar cuidados com o solo, pois não possuem garantia de arrendar a mesma área na safra seguinte. Tal impressão é corroborada nos relatos orais nas pesquisas em campo, em que muitos produtores revelaram que deixam a área de cultivo após a safra, recomeçando o preparo do solo para a safra seguinte somente a partir de outubro. Ademais, afirmaram ser muito comum que o dono da terra utilize a palha do milho para alimentação do gado em época de estiagem.

Em relação aos componentes do IPPA referentes às práticas de adubação, percebe-se que, nas áreas pesquisadas, a utilização de técnicas de adubação orgânica representa prática rara. A adubação verde⁴⁰ é adotada por 11% dos agricultores, a utilização de compostagem ou biofertilizantes por menos de 5% dos produtores e mesmo a utilização de estrume, umas das técnicas mais tradicionais, é praticada por menos de 10% dos produtores. Os dados revelam ainda que somente 15% dos produtores efetuaram adubação química⁴¹. Tais informações sinalizam que a maioria não executa os tratamentos culturais mínimos da cultura do

⁴⁰A adubação verde consiste no plantio em rotação, sucessão ou consórcio com as culturas comerciais de variedade de plantas que possibilitem a incorporação de nutrientes, a recomposição da fertilidade do solo e a geração de biomassa (SARTORI *et al.*, 2011).

⁴¹Tal técnica de adubação foi inserida nos indicadores de gestão ambiental da propriedade de forma a reduzir o índice (sim = 0/não = 1) em virtude dos impactos do desequilíbrio do acúmulo de certos nutrientes no longo prazo).

milho, mesmo a implantação de técnicas simples e de baixo custo, o que reforça o questionamento sobre o papel dos órgãos de extensão rural no Estado.

O Indicador de Práticas de Pós-Plantio (IPPP) consiste apenas em uma variável e considera os tratamentos culturais de controle de plantas daninhas nas áreas de cultivo (ver Apêndice J). O controle mecânico é preferível em relação ao controle químico em virtude dos danos ambientais de longo prazo decorrentes do uso de herbicidas. O uso de herbicida mostrou-se elevado mesmo entre pequenos produtores como meio de redução dos custos com mão de obra. Assim, 52,5% dos não beneficiários e 60% dos beneficiários adotaram método químico de controle de plantas daninhas, com impactos significativos na contaminação do solo e recursos hídricos.

O Indicador de Preservação de Recursos Ambientais (IPRA) objetiva investigar hábitos dos produtores que não se restrinjam apenas às práticas produtivas, mas também à preservação dos recursos naturais disponíveis na propriedade. Obviamente, os elementos elencados neste indicador não esgotam o leque de práticas desejáveis ambientalmente, mas concentram-se em práticas conservacionistas básicas, uma vez que outras práticas já estão aglutinadas em outros índices da dimensão ambiental aqui tratada. Ademais, é importante ressaltar que um indicador ou índice pode ser útil, ainda que não inclua todas as variáveis possíveis da dimensão pesquisada, desde que cumpra seu objetivo de ordenar elementos e evidenciar diferenças básicas em características consideradas vitais em um sistema complexo (BOSSEL, 1999; GALLOPIN, 1997).

Procedendo-se à análise do índice IPRA, verifica-se a concentração de cerca de 65% dos agricultores no nível “baixo” (70% entre os não beneficiários e 58% entre os beneficiários do programa). Analisando-se separadamente as respostas dos questionários (ver Apêndice K), cerca de 29% realizam cobertura vegetal, enquanto 46,7% entre os beneficiários e 42,5% entre os não beneficiários efetuam costumeiramente o pousio das áreas de cultivo. Em relação à conservação de mata ciliar, dos produtores que possuem curso d'água em suas terras, 44% realizam esta prática, ao passo que somente 6% afirmaram empreender esforços de reflorestamento. Tal percentual justifica-se tanto em função da reduzida área de plantio quanto pelo fato da maioria destes produtores não serem proprietários da terra, o que estimula a sobre-exploração da área plantada.

Em relação ao controle de pragas (IPCP), os valores deste indicador revelam para os dois grupos de produtores a maior concentração no nível “médio” deste indicador (acima de 70%). A análise desagregada para as variáveis do indicador (Apêndice L) revela que um elevado percentual de produtores não realiza qualquer forma de controle de pragas (29% entre

os beneficiários e 33% entre os não beneficiários). Dentre os que realizam controle de pragas, percebe-se que a ampla maioria opta por métodos químicos ao invés de controle biológico (apenas um produtor do grupo dos beneficiários do programa afirmou usar métodos orgânicos). Em termos de frequência de uso, 62,2% dos agricultores que utilizam defensivos químicos realizam apenas uma aplicação, enquanto 10,5% realizam mais de duas aplicações, o que evidencia um perfil de produtores fortemente influenciados pela utilização de defensivos químicos, provavelmente, pela falta de confiança na eficiência de métodos “orgânicos”. Há que se denotar que a falta de casos bem sucedidos de produtores que adotaram práticas orgânicas de controle de pragas nas respectivas comunidades aliado à natural aversão ao risco dos produtores em relação à utilização de técnicas inovadoras representam elementos perpetuadores de uma agricultura fortemente alicerçada na utilização de insumos químicos.

Outro componente inserido na dimensão ambiental diz respeito à gestão dos resíduos sólidos da propriedade, tanto no que se refere aos aspectos de reaproveitamento de recursos orgânicos para a alimentação de animais ou fertilização do solo, como a redução de despejo de lixo no ambiente, sobretudo os de elevado impacto, como os resíduos tóxicos e os não recicláveis. Neste sentido, o Indicador de Gestão de Resíduos Sólidos (IGRS), a exemplo de outros indicadores, apresentou elevada concentração de agricultores nos níveis “baixo”, representando o indicador com maior percentual de produtores que obtiveram escore zero (83,6% dos agricultores, sendo 81,7% de não beneficiários e 86,7% de beneficiários). Como reflexo desta situação, este indicador apresentou a menor média de valores entre os indicadores ambientais para a amostra (0,07 para não beneficiários e 0,06 para beneficiários).

Surpreende, na análise das variáveis individuais do indicador IGRS (ver Apêndice M), o percentual reduzido de reaproveitamento de resíduos orgânicos na propriedade (apenas 14% dos produtores), comportamento incomum ao meio rural, comumente caracterizado pela expressiva geração de resíduos orgânicos (como resto de alimentação humana e de animais, biomassa advinda de capina ou poda de árvores, etc.), possuindo potencial para utilização tanto na alimentação de animais quanto na produção de fertilizantes orgânicos (por exemplo, produção de húmus, compostagem, etc.). Tal evidência possivelmente está relacionada à oferta de serviços de coleta de lixo em muitas das comunidades pesquisadas em virtude da relativa proximidade com centros urbanos, representando, assim, indícios de incorporação de hábitos urbanos na população rural.

Em relação ao reúso de embalagens plásticas não tóxicas, somente 5% dos produtores declararam possuir este hábito, o que evidencia um perfil de produtor pouco

preocupado com a problemática do lixo e os danos ambientais daí decorrentes. Porém, a evidência mais marcante de falta conscientização ambiental diz respeito ao destino das embalagens de defensivos agrícolas, marcadamente tóxicas, em que, dos 143 produtores que fazem uso de defensivos químicos, 106 (74,1%) descartam as embalagens de forma irregular, sendo que 46% queimam, 33% despejam diretamente no ambiente (em sua maioria enterram no solo), 18% destinam ao lixo urbano e 3% armazenam na propriedade.⁴²

O Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP) foi calculado pela média aritmética dos respectivos indicadores. Em função dos baixos níveis observados para os indicadores deste índice, o IGAP não possui nenhum agricultor classificado com nível “alto”. A ampla maioria dos produtores pode ser classificada como nível “baixo” no índice. As médias entre os grupos apresentaram reduzida disparidade com valores de 0,387 para não beneficiários e 0,380 para beneficiários do programa. Ressalta-se que todos os indicadores não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas distribuições de valores entre os grupos de agricultores ao nível de 5%. Em relação à contribuição dos indicadores no IGAP, o IPAPS e o IPPP respondem por mais da metade da composição do índice, enquanto o IPPA e IGRS apresentaram os menores pesos, indicando que a preocupação com preparo do solo e pós-plantio recebem, comparativamente a outros indicadores, maior atenção dos produtores. Porém, não se pode concluir, para estes dois últimos aspectos, a existência de uma consciência ambiental sólida destes produtores, porque o IPAPS é influenciado pela presença de uma fiscalização ambiental no tocante ao desmatamento e queimada, enquanto IPPP privilegiou com atribuição de valor máximo (em virtude dos menores impactos ambientais gerados) a capina manual, uma prática agrícola tradicional e fortemente enraizada na cultura de pequenos produtores.

6.1.3.3 Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP)

Na Tabela 33, são mostrados os valores do IATP e indicadores componentes, conforme descrição no capítulo 5 da presente pesquisa. Da mesma forma que realizada na subseção anterior, a análise restringir-se-á primeiramente a cada indicador isoladamente e respectivas variáveis, agregando ao final desta subseção a análise do IATP.

⁴² O art. 6º da Lei Federal n. 9974/2000 estabelece a obrigação aos agricultores enquanto usuários finais de agrotóxicos, o dever de proceder a devolução das embalagens aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridos (BRASIL, 2000).

Tabela 33 - Distribuição relativa dos produtores de milho, por grupo e indicadores do Índice de Adoção Tecnológica da Produção, Microrregião do Cariri, 2015

Escala de Classificação por Grupo	ÍNDICE E INDICADORES							
	ITPS	ITS	ITP	ITD	ITCF	ITPC	ISAT	IATP
Não Beneficiários								
Baixo	76,7	100	43,4	60,8	33,3	59,2	89,2	91,7
Médio	20,0	–	55,8	–	65,8	15,0	10,8	8,3
Alto	3,3	–	0,8	39,2	0,8	25,8	–	–
Média	0,279	0,102	0,437	0,391	0,410	0,333	0,089	0,290
Contribuição do indicador i no IATP	16,03%	5,86%	25,11%	22,47%	23,56%	19,14%	5,11%	100%
Beneficiários								
Baixo	80,0	–	17,8	52,2	32,2	46,1	85,6	66,7
Médio	18,9	–	80,0	–	65,6	15,7	8,9	32,2
Alto	1,1	100	2,2	47,8	2,2	38,2	5,6	1,1
Média	0,258	0,8	0,545	0,479	0,439	0,472	0,143	0,446
Contribuição do indicador i no IATP	9,64%	29,90%	20,37%	17,90%	16,41%	17,64%	5,34%	100%
Total								
Baixo	78,1	57,1	32,4	57,1	32,9	53,6	87,6	81,0
Médio	19,5	–	66,2	–	65,7	15,3	10,0	18,6
Alto	2,4	42,9	1,4	42,9	1,4	31,1	2,4	0,5
Média	0,270	0,401	0,483	0,429	0,422	0,393	0,112	0,357
Nível Sign. – Teste t	0,607	0,000	0,163	0,216	0,515	0,027	0,117	0,000
Nível Sign. – Teste de Levene	0,181	0,000	0,001	0,05	0,929	0,148	0,002	0,155

Nota: Os testes t de Student e de Levene foram realizados com dados desagrupados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

O Indicador Tecnologia de Preparo de Solo (ITPS) apresenta elevada concentração nas faixas “baixo” e “médio” do índice, sendo que apenas quatro produtores não beneficiados e um beneficiário obtiveram valores para o índice superior a 0,8. A ausência de uso de mecanização contribuiu para este resultado.

A atividade agrícola possui elevado potencial para a alteração das propriedades químicas do solo. A maioria dos solos brasileiros possui pH ácido, apresentando-se desfavoráveis à absorção de nutrientes do solo pelas plantas. Ademais, a absorção de nutrientes catiônicos pelas diferentes culturas (Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+}) reduzem o pH do solo, bem como o uso de fertilizantes nitrogenados e orgânicos, sendo necessária a utilização de corretivos de acidez como o calcário, o que pressupõe a análise de solo para a definição das medidas corretivas necessárias (CAMARGO, 2012; RAIJ, 1991). Porém, ao se analisar individualmente as variáveis deste indicador, observa-se que somente 16 produtores no total (7,6%), sendo 12 não beneficiários e quatro beneficiários realizaram análise de solo.

Entretanto, ao se cruzar esta variável com faixas de produtividade (ver Apêndice N), percebe-se que nenhum destes produtores consta na faixa dos mais produtivos, apresentando, neste caso, maior concentração na faixa de menor produtividade (nove beneficiários e dois não beneficiários).

Tal fato pode, em um primeiro momento, contrariar estudos que recomendam a necessidade de análise prévia das propriedades químicas e fertilidade do solo, porém uma análise mais detalhada revela que, dos 16 produtores que fizeram análise de solo, apenas um aplicou fertilizante químico (representando o único deste grupo que alcançou produtividade acima de 60 sacas por hectare). Os demais não adotaram qualquer forma de corrigir a acidez ou deficiências de nutrientes no solo, o que anula benefícios oriundos dessa técnica.

Especificamente em relação ao preparo convencional do solo, as técnicas de aração e gradagem permitem elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água no solo e têm como objetivo otimizar as condições de brotamento, emergência e o estabelecimento das plantas; aumentar a infiltração de água, reduzindo a enxurrada e, por consequência, a erosão; promover o corte e o enterro das plantas daninhas e auxiliar no controle de pragas e patógenos do solo (CRUZ, *et al.*, 2008).

Enquanto a aração representa preparo primário, realizada com arados ou grades pesadas, que visa revolver o solo, sendo utilizada também para incorporação de corretivos, fertilizantes, resíduos vegetais e plantas daninhas, ou para a descompactação superficial, o preparo secundário constitui “o nivelamento e o destorroamento do terreno, com eliminação de plantas invasoras de forma a permitir um ambiente favorável ao plantio e desenvolvimento inicial das plantas” (CRUZ, *et al.*, 2008, p. 120). No tocante à aração, esta técnica foi adotada por 55% dos produtores não beneficiários e 61% dos beneficiários. Observando os dados cruzados entre as variáveis aração e produtividade, percebe-se que a média dos produtores que fizeram uso de aração foi quase o dobro da média dos que não fizeram (17,5 sacas/ha para os que não araram a terra e 31,4 sacas/ha para os que fizeram aração).

No que tange à realização de gradagem cruzada, enquanto procedimento secundário de preparo do solo, percebe-se que apenas 23,3% dos não beneficiários e 19% dos beneficiários do programa realizaram a gradagem, indicando que a maioria destes produtores não executa de forma completa a preparação do solo, privilegiando apenas a aração. O baixo percentual de produtores que realizam aração/gradagem possivelmente está correlacionado com o perfil de produtores com pequenas porções de terra, no qual o trabalho humano representa o principal insumo. Ademais, restrições financeiras podem limitar o acesso ao maquinário, visto o custo de se fazer a aração/gradagem da terra situar-se em torno de duas

sacas por tarefa (6,6 sacas/ha) nas localidades pesquisadas, o que se torna proibitivo para produtores descapitalizados. Outro elemento a ser considerado refere-se à topografia da área de plantio, em que 52,5% dos produtores realizam plantio em área inclinada, sendo assim inadequadas para a utilização de maquinário.

O Indicador de Tecnologia de Sementes (ITS) é o que apresenta a maior disparidade entre beneficiários e não beneficiários. Isto ocorre em virtude da própria atuação do Projeto Hora de Plantar, que distribui aos produtores sementes de alto valor genético, apresentando elevada produtividade e precocidade, além da variedade das sementes distribuídas levar em consideração as características de solo, temperatura e altitude dos municípios. Assim, todos os produtores beneficiários do programa que foram pesquisados apresentaram neste indicador o conceito “alto” com 0,8. No âmbito das variáveis utilizadas para este indicador, os beneficiários somente não alcançaram o valor máximo (igual à unidade), porque as sementes não receberam tratamento contra variedades de fungos mais comuns à cultura (CRUZ *et al.*, 2008).

Os não beneficiários, ao contrário, foram classificados com baixo nível neste indicador, pois se utilizam do plantio de grão semente, mediante um processo de seleção das plantas mais produtivas em cada safra. Tais variedades de milho, além das limitações de produtividade em comparação ao milho híbrido, apresentam menor precocidade, sendo mais susceptíveis a perdas advindas da irregularidade do período chuvoso. Há que se considerar, todavia, que esta forma tradicional de plantio tem potencial para oferecer bons resultados, desde que acompanhada de cuidados adequados no cultivo, sendo observado que alguns produtores não beneficiários obtiveram alta produtividade com tais variedades.

Porém, é necessário pontuar que, nas observações em campo, apesar de se encontrarem produtores que ainda dispunham de sementes oriundas de variedades locais que são plantadas e selecionadas há vários anos, também foram identificados agricultores que ou receberam ou compraram sementes híbridas em algum momento no passado e realizam a seleção dos grãos em cada safra para plantio na safra seguinte. Tais produtores foram incluídos nesta pesquisa em virtude das sementes híbridas perderem suas principais características com plantios sucessivos dos grãos.

Outro fator que se observou em campo foi o plantio de variedades de milho híbrido e milho variedade por agricultores diferentes, mas em terrenos contíguos sem a existência de espaçamento adequado ou barreiras físicas. Em tais circunstâncias, o cultivo de milho híbrido pode sofrer redução da produtividade ou precocidade em função da possibilidade de cruzamento entre variedades.

O Indicador Tecnologia de Plantio (ITP) registra, como nos demais indicadores, a quase totalidade dos produtores agregados nos níveis “baixo” e “médio”, porém percebe-se nítida diferença entre os percentuais dos dois grupos, pois, enquanto os não beneficiários do programa possuem mais de 40% dos agricultores na categoria com menores valores para o índice, o grupo participante do programa agrega 80% dos seus produtores no nível “médio” do respectivo indicador, indicando que este grupo possui práticas de plantio mais adequadas que os não beneficiários do programa. Estes resultados sugerem que recomendações sobre formas mais produtivas de plantio, transmitidas por técnicos da Ematerce na forma de folhetos⁴³, possam estar surtindo efeito na adoção novas práticas de cultivo.

A análise das variáveis componentes do indicador revela que a ampla maioria dos produtores adota o plantio manual, sendo o plantio mecânico utilizado apenas por 1,7% dos não beneficiários e 5% dos beneficiários (ver Apêndice O). O plantio mecânico, ao permitir menor espaçamento entre covas e melhor distribuição das sementes, possibilita o aumento da densidade de plantio e da produtividade por área cultivada, além de menor uso de sementes, enquanto o plantio manual tende a gerar menor densidade de plantio e maior gasto com semente, além de maior germinação de plantas por cova, aumentando a necessidade de desbaste. Tal evidência de maior utilização de plantio mecanizado pelos beneficiários do programa não é decorrência direta de alguma ação do Projeto Hora de Plantar, mas pode ser influenciada pela distribuição de folhetos com recomendações técnicas por técnicos da Ematerce no momento da distribuição de sementes, no qual se recomenda um menor espaçamento entre plantas para que se atinja uma densidade de plantio (stand) de 50.000 por hectare.

Em relação aos espaçamentos de plantio, 50% dos agricultores utilizaram o espaçamento entre covas adequado (45,8% entre os não beneficiários e 55,6% entre os beneficiários). O percentual de adequação ao espaçamento entre filas foi maior, 83,3% dos produtores (85% entre os não beneficiários e 81,1% entre os beneficiários), porém, em relação à quantidade de sementes plantadas, o percentual de adequação foi maior para os beneficiários, pois 57,5% dos não beneficiários e 24,4% dos beneficiários do programa semearam em excesso. Tal prática, além de significar menor rendimento em área plantada por quilo de semente, a germinação de muitas mudas por cova tem como consequência o aumento da competição entre plantas, requerendo, neste caso, realização de desbaste.

⁴³ Segundo informações dos gerentes locais da Ematerce, os beneficiários, no momento da retirada das sementes, recebem folhetos explicativos sobre práticas de plantio e tratos culturais relacionados ao milho híbrido.

O desbaste representa trato cultural básico e destina-se a retirar o excesso de mudas e evitar a competição entre plantas. A recomendação é que se deixem duas mudas por cova (CRUZ *et al.*, 2008; LIRA *et al.*, 2010). O Indicador de Tecnologia de Desbaste (ITD) é formado apenas pela variável desbaste. Assim, verifica-se que 60,8% dos produtores não beneficiários e 52,2% dos agricultores beneficiários do programa não realizam desbaste, estando, portanto, classificados com níveis “baixos” para este indicador. Isolando esta informação e cruzando-a com a variável de número de sementes plantadas por cova (Apêndice P), constata-se que 32,5% dos agricultores não beneficiários e 11% dos beneficiários semearam em excesso e não realizaram desbaste, ao passo que 14% dos agricultores não beneficiários e 34,5% dos beneficiários do programa semearam adequadamente e realizaram o desbaste enquanto procedimento padrão, o que reforça a evidência de maior difusão destes procedimentos entre os produtores beneficiários do programa. Há que se considerar neste caso o papel dos produtores de maior eficiência, isto porque a maior produtividade em relação à média da localidade pode promover um processo de imitação e difusão de tecnologias (COSTA, 2011; CIRANI *et al.*, 2010; PAIVA, 1971), conforme já discutido amplamente em capítulos anteriores.

O Indicador Tecnologia de Controle Fitossanitário (ITCF), conforme descrito na metodologia, aborda tanto a execução do controle de pragas por parte dos agricultores como a amplitude deste controle. É importante mencionar que 66 produtores (31,4%) não efetuaram qualquer medida de controle de pragas (Apêndice Q). Dos que realizaram controle de pragas, porém, há que se excluir o caso único de um produtor que afirmou realizar controle biológico ou orgânico, não efetuando aplicações de defensivos agrícolas. Deste modo, dos produtores que realizaram controle químico (66,7% dos não beneficiários e 71,1% dos beneficiários), 62,9% fizeram uso de aplicação de inseticidas, 77,9% aplicaram herbicida, e somente 5,6% aplicaram fungicida. O menor percentual de aplicação de fungicida deve-se provavelmente a não ocorrência desta praga, ou a sua não identificação pelo produtor (somente em casos severos que causam anomalias morfológicas na planta). O uso expressivo de herbicida encontra justificativa no fato de muitos produtores preferirem, no controle de plantas daninhas, o método químico ao mecânico (capina manual) em virtude da redução dos custos com mão de obra. Os percentuais entre grupos não apresentaram distinção estatisticamente significativa ao nível de 5%.

Em relação aos cuidados pós-colheita, mensurados pelo Indicador de Tecnologia Pós-Colheita (ITPC), verifica-se, para os dois grupos, uma significativa ausência de preocupação com os cuidados de armazenagens, porém o percentual dos produtores que não

adotam cuidados nesta etapa da produção é maior entre os não beneficiários do que entre os beneficiários do programa. Os beneficiários também apresentaram o maior percentual de produtores com nível “alto” neste indicador. Em relação à exposição ao risco de presença de insetos no armazenamento (Apêndice R), somente 19,5% dos produtores armazenam o milho em tambores ou garrafas com fechamento por tampa, que reduzem drasticamente o risco de insetos, sendo maior o percentual de beneficiários (22,2%) em relação ao de não beneficiários (17,5%). Dos produtores que estão expostos ao risco de armazenamento (aqueles que armazenaram o produto em sacas e/ou lona), 85,2% dos produtores (89,9% não beneficiários e 78,6% dos beneficiários) não efetuam aplicação preventiva de qualquer produto para evitar pragas no armazenamento, o que implica elevada possibilidade de perdas nesta fase com reflexos sobre a qualidade e o preço do produto a ser comercializado.

O Indicador de Serviço de Assistência Técnica (ISAT) apresenta para os dois grupos de produtores valores muito baixos, indicando a precariedade de acesso destes produtores à assistência técnica, o que explica em parte o baixo nível tecnológico destes produtores. A análise das variáveis que formam o respectivo índice revela que, em relação ao recebimento de serviços de Assistência Técnica, 84,2% dos não beneficiários e 74,4% dos beneficiários declararam não receber assistência técnica. Dentre os produtores que receberam assistência técnica, 63,2% entre os não beneficiários e 52,2% entre os beneficiários do programa declararam ter recebido este serviço de forma individual (Apêndice S).

A frequência de visitas representa importante variável para este indicador, pois se espera que visitas mais frequentes impliquem em melhor probabilidade do agricultor adotar inovações técnicas. Tomando-se como referência os produtores que receberam assistência técnica, 73,9% dos beneficiários e 73,7% dos não beneficiários deste grupo recebem assistência técnica há mais de dois meses.

Ressalta-se, ainda, que, de acordo com as observações em campo, quando acompanhada por técnicos da Ematerce, a assistência técnica foi prestada informalmente, mediante conversa rápida, sem instrumento que registrasse a demanda de informações do produtor, não se observando, nestas condições, qualquer recomendação ou incentivo dos extensionistas sobre a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Conforme descrito na metodologia, o Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP) foi calculado pela média dos respectivos indicadores, possuindo apenas um produtor beneficiário classificado no nível “alto” deste índice. De forma diversa do IGAP, o indicador em análise apresentou elevada disparidade de média entre os grupos, apresentando os produtores do grupo tratamento média estatisticamente superior ao grupo controle ao nível de

1%. Dos demais indicadores, apenas ITS e ITPC apresentaram diferenças significativas entre os grupos, sendo todos com maiores médias para os beneficiários do programa. Para o grupo controle, os menores valores médios foram correspondentes aos indicadores de tecnologia de sementes e assistência técnica. Quanto ao grupo tratamento, a maior vulnerabilidade corresponde ao insuficiente acesso à assistência técnica. A precariedade na prestação de serviços de assistência técnica tem ocorrido em outras pesquisas da realidade estadual, como em Passos (2014), que identificou que somente 38,9% dos agricultores pesquisados tiveram acesso a este serviço.

Em relação à contribuição dos indicadores na formação do IATP, percebe-se diferença entre os grupos, pois, enquanto para os beneficiários apresentaram maior impacto os indicadores ITS, ITP e ITD, para os não participantes do programa os maiores pesos no índice se devem aos indicadores ITP, ITD e ITCF. A maior parte da disparidade entre as médias no índice pode ser explicada pela diferença entre os grupos no Indicador Tecnologia de Sementes (ITS), item principal de impacto do projeto Hora de Plantar. Deste modo, as diferenças de nível tecnológico entre os grupos, apesar de apontar para o efeito significativo da atuação do projeto, indica que tal atuação não induziu mudanças generalizadas nas práticas agrícolas dos beneficiários em relação aos não beneficiários.

6.1.3.4 Índice de Sustentabilidade da Produção

O Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP) foi calculado para cada agricultor como a média aritmética dos três índices: Índice de Contribuição Econômica (ICE), Índice de Gestão Ambiental da Produção (IGAP) e Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP). A Tabela 34 evidencia, de modo análogo para os índices anteriores, a concentração da quase totalidade dos produtores (93,3%) no nível mais baixo de sustentabilidade. Desagregando a categoria baixo em dois intervalos (de 0 a 0,249; e de 0,250 a 0,499) para permitir visualizar melhor a existência de divergência entre os grupos, percebe-se que os agricultores não beneficiários do programa agregam percentual sensivelmente superior aos beneficiários na faixa até 0,249 (35,8% e 10%, respectivamente), enquanto 63,3% dos agricultores não beneficiários e 75,6% dos beneficiários possuem nível de sustentabilidade da produção na faixa que compreende 0,25 a 0,499.

Tabela 34 - Distribuição absoluta e relativa dos produtores de milho, por grupo e categorias do Índice de Sustentabilidade da Produção, Microrregião do Cariri, 2015

Categorias do índice	Não Beneficiários		Beneficiários		Total	
	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%	Frequência Absoluta	%
Baixo	119	99,2	76	85,6	196	93,3
0 — 0,250	43	35,8	9	10,0	52	24,7
0,250 — 0,5	76	63,3	68	75,6	144	68,6
Médio	1	0,8	13	14,4	14	6,7
Alto	—	—	—	—	—	—
Total	120	100	90	100	210	100
Média	0,291	0,381				
Significância – Teste t		0,000				
Significância – Teste de Levene		0,156				

Nota: o Teste t e de Levene foram aplicados aos dados desagregados.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

Dentre os beneficiários do projeto Hora de Plantar, 13 produtores alcançaram nível médio de sustentabilidade, enquanto entre os agricultores não participantes desta política pública apenas 1 está classificado nesta classe.

Apesar dos dados mostrarem, de modo geral, baixos valores para o ISP, a média deste índice para os participantes do projeto Hora de Plantar mostra-se 30% superior a dos agricultores que não participam do programa com diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1%. Ressalta-se, todavia, que, apesar do Teste t atestar a significância para as diferenças de média entre os grupos, tal metodologia não se mostra adequada para a mensuração do efeito da política pública, visto basear-se em dados não pareados. Assim, a adequada mensuração dos efeitos do projeto Hora de Plantar somente poderá ser concluída na seção seguinte.

6.2 Estimação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos produtores familiares

Na presente seção, é abordada a estimação do efeito do tratamento após o pareamento de produtores a ser efetuado pela aplicação da técnica de *propensity score matching*. A organização da explanação segue o roteiro definido na metodologia.

6.2.1 Definição e estimação do modelo de escolha binária

A definição do modelo de escolha binária a ser adotado foi realizada por meio da estimação e seleção de diversas combinações de variáveis e modelos (Logit e Probit). Na Tabela 35, são apresentados os resultados do melhor ajustamento obtido para os dois modelos. Conforme se verifica, os resultados apresentam-se muito similares entre os modelos, com pequena vantagem para o modelo Logit, que apresentou os menores valores para a função de verossimilhança, os menores valores para os critérios de Informação de Akaike (AIC) e de Informação Bayesiano (BIC)⁴⁴, e o maior valor para o pseudo R², havendo igualdade em relação ao percentual de casos corretamente classificados.

Tabela 35 - Critérios de seleção do modelo de escolha binária, modelos Logit e Probit

Critério	Coeficientes – Modelos de Escolha Binária	
	Logit	Probit
Função de Verossimilhança (log likelihood)	-113,873	-113,956
Critério de Informação de Akaike (AIC)	1189	1190
Critério de Informação de Bayesiano (BIC)	-836,328	-836,162
McFadden R ² (pseudo R ²)	0,2060	0,2054
Percentual de casos corretamente classificados	72,38%	72,38%

Fonte: Elaboração própria com a utilização do software Stata versão 12.0.

Caliendo e Kopeinig (2005) enfatizam que os modelos Probit e Logit apresentam em muitas situações resultados idênticos e que a escolha entre um e outro modelo não é tão crítica. Assim, a escolha recaiu sobre o modelo de Regressão Logístico. Outros estudos de impacto de políticas públicas utilizaram o modelo Logit, dentre os quais, os trabalhos de Maia (2012), Magalhães *et al.* (2006), Resende e Oliveira (2008), Passos (2014) e Sobreira (2014).

⁴⁴Tanto o AIC quanto o BIC aumentam conforme aumenta a soma dos quadrados dos erros (SQE). Além disso, ambos critérios penalizam modelos com muitos parâmetros, sendo que valores menores de AIC e BIC são preferíveis.

A Tabela 36 discrimina os condicionantes da designação do tratamento e respectivos coeficientes do modelo Logit. Como podem ser observados, alguns valores dos coeficientes não são estatisticamente significativos ao nível de 5%. Isto não significa necessariamente que tais variáveis devam ser excluídas do modelo. Rubin e Thomas (1996) postulam que uma variável somente deva ser excluída se houver consenso de que esta não é apropriada. Além disto, a inclusão de variáveis irrelevantes não irá viesar as estimativas do escore de propensão (ZHAO, 2005) ou torná-las inconsistentes, mas poderão aumentar as variâncias das estimativas (CALIENDO, KOPEINIG, 2005). Desta forma, a inclusão de variáveis de localidade, característica da propriedade, forma de acesso à terra, recebimento de transferências públicas e características do agricultor tem por finalidade tanto o cálculo da probabilidade de participação no programa quanto o pareamento das famílias de agricultores em termos de características observáveis, de modo a gerar grupos mais homogêneos que sejam de fato comparáveis para a estimação do ATT.

Conforme pode ser visualizada pela Tabela 36, ao nível de 5%, são significativos os coeficientes das variáveis referentes à condição do produtor, recebimento de transferências públicas, valor total das transferências públicas, tempo na agricultura na faixa de 5 a 10 anos, estado civil e a variável *dummy* para a localidade de Santana (município de Barbalha). Ao nível de 10%, somente não seriam estatisticamente significativos os coeficientes da constante do modelo logístico e a variável *dummy* para a localidade Brejo Grande (município de Santana do Cariri).

Tabela 36 - Modelo de Regressão Logística para a atribuição de tratamento do Projeto Hora de Plantar, variáveis, coeficientes e demais parâmetros, Microrregião do Cariri, 2015

Variável	Odds Ratio	Coefficientes	z	p> z
CP (Condição do Produtor)	0,230413	-1,467881	-3,61	0,000
CM(Condição de Moradia)	0,461036	-0,7742800	-1,69	0,090
TPR (Transferências Públicas Recebidas)	2,103926	0,743805	2,10	0,036
VTTP (Valor total das Transferências Públicas)	0,998616	-0,001385	-2,96	0,003
TA (Tempo na Agricultura – faixa de 5 a 10 anos)	5,347969	1,676717	3,24	0,001
APM (Área plantada de milho)	1,387183	0,3272754	1,68	0,093
EC (Estado Civil)	4,777828	1,563986	2,49	0,013
Local - Brejo Grande	1,834046	0,6065242	1,42	0,154
Local - Latão	2,627881	0,9661779	1,66	0,097
Local - Santana	16,63801	2,818169	3,85	0,000
Constante	4,657841	1,538552	1,51	0,132

Fonte: Elaboração própria com a utilização do software Stata versão 12.0.

A análise dos resultados revela que ser arrendatário reduz a probabilidade de participação no programa em 77% (CP = 1) e. ser proprietário da terra (CP = 2). em 94,6%⁴⁵, em relação à condição de moradia, ter casa própria (CM = 1) reduziria a chance de participação do programa em 53,9%.

O recebimento de transferências públicas se relaciona de forma direta à chance de participação no programa. Assim, por exemplo, para um beneficiário do Bolsa Família (RTP = 1), a chance de participação no programa se eleva em 110%, um resultado aparentemente contraditório quando se observa o coeficiente para a variável valor das transferências públicas que se apresenta negativo. É importante ressaltar que, na análise descritiva, foi verificado um menor volume de beneficiários entre aqueles que recebiam rendimentos mais altos de aposentadoria. A possível justificativa recaiu sobre a perda da importância dos benefícios da participação no programa frente ao orçamento do produtor. Neste sentido, como as estimativas dos coeficientes representam uma média, esta poderia estar sendo influenciada pelo efeito negativo dos rendimentos mais elevados.

Em relação ao tempo de trabalho na agricultura, somente apresentou significância estatística o coeficiente correspondente à faixa de tempo de 5 a 10 anos, com alto impacto sobre a chance de participação do programa. Assim, para um agricultor que possua de 5 a 10 anos, a probabilidade de participar do programa aumenta 434%. A área plantada de milho também se relaciona diretamente à probabilidade de participação no Projeto Hora de Plantar. Para agricultores com 1 hectare, a chance de participação aumenta 38,7% e, para agricultores com 3 hectares, a chance aumenta 166%⁴⁶.

Em relação à variável estado civil, ser casado ou possuir companheiro aumenta as chances de participar do programa em 377% em relação a não ter companheiro (solteiro, viúvo ou divorciado). Isto possivelmente se deve ao fato de famílias constituídas possuírem uma chance dupla de participação no programa, pois o cadastro pode ser efetuado pelo homem ou mulher, inclusive pela possibilidade de transferência entre os cônjuges, ou seja, o marido pode transferir a titularidade no cadastro para a esposa⁴⁷. Além disto, tais famílias representariam maior tendência à permanência no campo, o que poderia estar relacionado à algum padrão implícito de seleção para o programa.

⁴⁵ Os comentários tem como referência a *odds ratio* (“razão de chance”), ou seja, a razão entre a probabilidade de ser beneficiário e a probabilidade de não ser beneficiário.

⁴⁶ Há que se lembrar que tais cálculos referem-se às alterações na *odds ratio* e são obtidos pela exponenciação do coeficiente multiplicado pela área em hectare.

⁴⁷ Com base em conversa informal com os agricultores, percebe-se que esta prática ocorre com frequência após a aposentadoria do cônjuge mais idoso, visto que a retirada de sementes constitui prova de tempo de trabalho em atividade agrícola familiar. Assim, após atingir o tempo para requerer aposentadoria, o cônjuge mais idoso deixa de ser o beneficiário e quem assume é o cônjuge mais novo.

A localidade de Santana (Barbalha) apresentou coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 1% e a comunidade de Latão (Nova Olinda) registrou coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 10%. As comunidades de Santana e Latão representam comunidades com grande percentual de produtores participantes do projeto Hora de Plantar, caracterizando-se, nos seus respectivos municípios, por serem localidades com elevada produtividade do solo. Assim, tal evidência parece sugerir a tendência a se privilegiar em alguns casos áreas mais produtivas. Ademais, outros elementos poderão estar relacionados, como fatores locacionais, dinamismo local e capital social, porém tais questões não foram especificamente investigadas por fugirem ao escopo da pesquisa.

6.2.2 Análise do Balanceamento das covariáveis e escolha dos métodos de pareamento

Conforme descrito na metodologia, optou-se pela utilização de diversas abordagens de pareamento, buscando agregar robustez à análise, já que cada método computa o efeito médio do tratamento sobre os tratados (no caso, beneficiários do Projeto Hora de Plantar) de forma diversa. Os métodos selecionados são: método de Kernel; vizinho mais próximo (*nearest neighbor* – NN); pareamento radial (*radius caliper* – RC) e Regressão Local Linear (LLR).

Para cada método, o software Stata 12.0 apresenta diversas opções de configuração. Assim, optou-se pela apresentação dos resultados daquelas configurações que obtiveram o menor viés médio para as covariáveis após o pareamento.

Há que se ressaltar que os diversos métodos apresentam *trade-offs* entre redução do viés e variabilidade e que inexistente consenso sobre qual o mais adequado, recaindo a escolha, em virtude da estrutura dos dados, e dos diversos parâmetros de qualidade do ajustamento que serão apresentados nesta seção (CALIENDO; KOPEINIG, 2005; AAKVIK, 2001; AUSTIN, 2009).

Para o método do vizinho mais próximo (NN), os resultados referem-se ao pareamento para k igual a 1 com reposição⁴⁸, por fornecer o menor valor médio de viés remanescente entre as opções deste método. A opção de proceder ao pareamento com reposição deve-se ao percentual maior de beneficiários com maiores escores (acima de 0,6) em relação aos não beneficiários (Figura 3), podendo gerar pareamentos mais pobres e maiores valores para o ATT, em caso de não reposição de observações (CALIENDO;

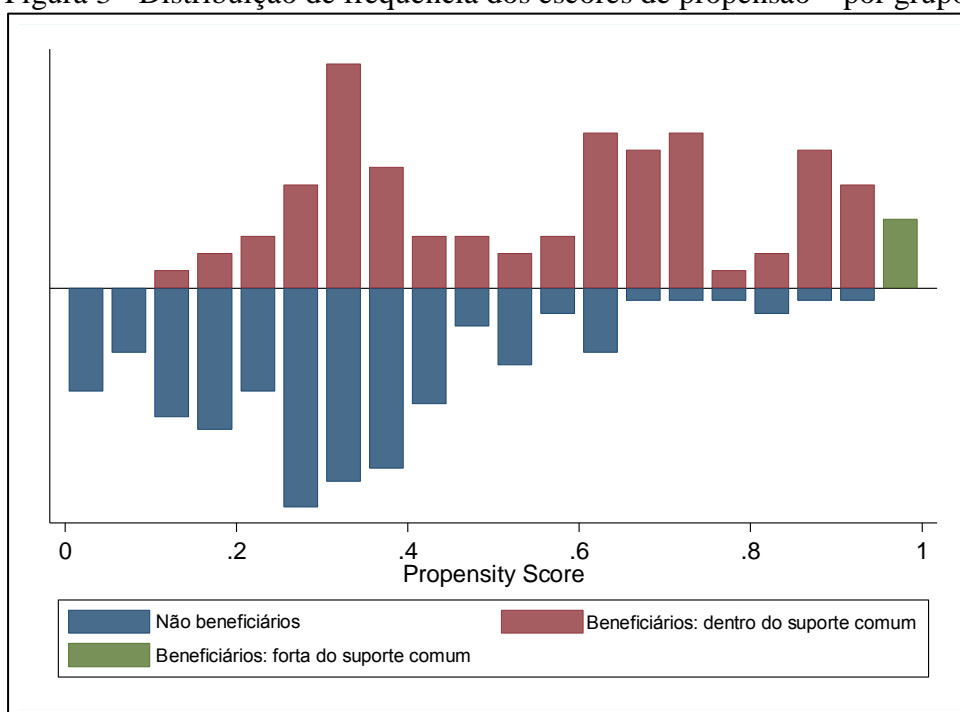
⁴⁸ Para cada unidade do grupo tratamento, tomou-se a observação do grupo controle com o valor mais próximo para o escore de propensão.

KOPEINIG, 2005). Ressalta-se que as diferenças na distribuição dos escores de propensão entre os grupos, evidenciadas na Figura 3, não representam violação da hipótese de suporte comum, pois há sobreposição das distribuições entre os grupos e as observações fora do suporte comum foram excluídas.

Para o pareamento radial, foram testados três valores para o raio, 0,025; 0,05; e 0,1, apresentando, o menor viés médio, o valor de 0,05 para o raio. As estimativas para o pareamento de Kernel foram efetuadas pelo método “default” do Stata (tipo Epanechnikov), em virtude de sua propriedade de gerar estimativas de variâncias mínimas (EPANECHNIKOV, 1969). Para o método de Regressão Local Linear (LLR), utilizou-se a configuração uniforme para a função de Kernel.

Ademais, utilizou-se a opção “common”, que auxilia na imposição da hipótese de suporte comum ao excluir do grupo tratamento as observações com estimativas de escore de propensão que sejam superiores ao máximo e inferiores ao mínimo dos escores de propensão do grupo controle, sendo excluídas quatro observações.

Figura 3 - Distribuição de frequência dos escores de propensão – por grupo



Fonte: Elaboração própria – dados da pesquisa – software Stata versão 12.0

A Tabela 37 fornece o percentual de redução do viés e o nível de significância da estatística t para a igualdade de média entre os grupos para as covariáveis determinantes da designação do tratamento após o pareamento. Neste caso, como se trata de comparação entre

as covariáveis, um bom pareamento deve apresentar níveis de significância acima de 5% para as diferenças entre as médias das covariáveis.

Tabela 37 - Indicadores de redução do viés entre as covariáveis antes e depois do pareamento, por método de pareamento, Microrregião do Cariri, 2015

Covariáveis		Variáveis Selecionadas	Kernel % viés	NN % viés	RC % viés	LLR % viés
Condição do Produtor		não pareado	-30,80	-30,80	-30,80	-30,80
		pareado	21,40	29,40	24,50	15,0
		redução % viés	30,50	4,50	20,40	51,1
		p> t	0,186	0,075	0,130	0,37
Condição de Moradia		não pareado	-16,50	-16,50	-16,50	-16,50
		pareado	-10,50	5,80	-10,60	-6,9
		redução viés	36,60	65,10	36,10	58,0
		p> t	0,490	0,75	0,484	0,643
Transferências Recebidas	Públicas	não pareado	-5,50	-5,50	-5,50	-5,50
		pareado	21,50	10,00	18,00	9,8
		redução viés	-292,20	-83,10	-228,0	-78,6
		p> t	0,136	0,460	0,216	0,52
Valor Total das Transferências		não pareado	-29,70	-29,70	-29,70	-29,70
		pareado	16,10	-0,90	14,20	4,4
		redução viés	46,00	96,80	52,20	85,2
		p> t	0,212	0,946	0,267	0,753
Tempo na Agricultura (5 a 10 anos)		não pareado	47,80	47,80	47,80	47,80
		pareado	16,60	10,00	15,80	8,0
		redução viés	65,30	79,10	66,90	83,2
		p> t	0,327	0,564	0,351	0,666
Área Plantada de Milho		não pareado	24,80	24,80	24,80	24,80
		pareado	-1,10	6,20	0,60	12,7
		redução viés	95,50	75,10	97,50	48,7
		p> t	0,943	0,681	0,967	0,434
Estado Civil		não pareado	29,10	29,10	29,10	29,10
		pareado	1,80	-7,80	0,50	2,9
		redução viés	93,80	73,00	98,30	90,1
		p> t	0,880	0,552	0,967	0,816
Local – Brejo Grande		não pareado	-8,60	-8,60	-8,60	-8,60
		pareado	10,20	0,00	10,30	3,4
		redução viés	-18,60	100,00	-19,70	60,2
		p> t	0,476	1,000	0,472	0,827
Local – Latão		não pareado	25,60	25,60	25,60	25,60
		pareado	6,90	0,00	7,10	-5,3
		redução viés	73,10	100,00	72,30	79,2
		p> t	0,696	1,000	0,687	0,792
Local – Santana		não pareado	38,70	38,70	38,70	38,70
		pareado	3,50	4,00	6,60	19,2
		redução viés	91,00	89,80	82,90	50,4
		p> t	0,845	0,824	0,707	0,212

Fonte: Elaboração própria com a utilização do software Stata versão 12.0

Observando-se os valores da estatística *t*, identifica-se que, em todas as covariáveis e independentemente do método de pareamento, o nível de significância foi superior a 5%, indicando a aceitação da hipótese nula de igualdade das médias entre os grupos após o pareamento. No caso da variável transferência pública, como os grupos apresentavam-se homogêneos antes do pareamento (baixo nível de viés), após o pareamento ocorreu aumento do viés, mantendo-se, porém, a aceitação da hipótese de igualdade das médias.

É importante mencionar, ainda, que, para o método do vizinho mais próximo (NN), o percentual de redução de viés atingiu 100% para duas variáveis de localidade, indicando, para estes casos, o pareamento de indivíduos das mesmas localidades, o que contribui para a formação de grupos homogêneos.

Na Tabela 38, são apresentados os demais parâmetros utilizados para a avaliação do balanceamento descritos no capítulo 5. Além do viés médio remanescente após o pareamento, constam na tabela os valores do nível de significância para a estatística LR e Pseudo-R². Ademais, estão destacadas as variáveis cuja razão de variância entre beneficiários e não beneficiários, após o pareamento, apresentaram valores estatisticamente diferentes de 1. A estatística LR mensura o nível de significância dos coeficientes das respectivas covariáveis do modelo Logit estimado entre os grupos pareados. Assim, se há um equilíbrio em relação às covariáveis entre os dois grupos, a designação do tratamento é aleatória e todos os coeficientes devem ser não significativos.

Os dados da tabela denotam que o nível de significância da estatística LR permite aceitar a hipótese de nulidade conjunta dos coeficientes para todos os métodos de pareamento. Tal evidência é corroborada pelos baixos valores do Pseudo-R² em todos os métodos de pareamento, o que é de se esperar no caso da atribuição do tratamento ser aleatória.

Tabela 38 - Parâmetros para avaliação do balanceamento de covariáveis, por métodos de pareamento, Microrregião do Cariri, 2015

Parâmetros para Avaliação do Balanceamento	Kernel	NN	RC	LLR
Nível de significância – estatística LR	0,761	0,685	0,763	0,902
Pseudo – R²	0,028	0,031	0,028	0,023
Covariáveis que apresentaram razão de variância (V(T)/V(C)) estatisticamente diferente da unidade	APM e CM	APM	APM	APM
% viés médio para covariáveis após pareamento	10,9	7,4	10,8	8,8

Fonte: Elaboração própria com a utilização do software Stata versão 12.0

Para os métodos do vizinho mais próximo, pareamentos radial e local linear, apenas a covariável “área plantada de milho” apresentou razão de variância entre tratados e

não tratados estatisticamente diferente da unidade. Para o método de Kernel, tal evidência ocorre em duas variáveis: “área plantada de milho” e “condição de moradia”. Ressalta-se que a razão de variância pode apresentar distorções para variável descontínua (AUSTIN, 2009), como é o caso da variável “condição de moradia”.

Em relação ao percentual de viés, mensurado pela disparidade das médias entre os grupos para cada covariável, percebem-se pelas Tabelas 38 e 39 que, de modo geral, houve uma redução do viés entre os grupos após o pareamento. O método que apresentou o menor viés médio após o pareamento foi o método do vizinho mais próximo.

Assim, com base nestes indicadores, pode-se concluir que o pareamento por escore de propensão atingiu o objetivo de construção de um grupo controle que seja um contrafactual adequado para os indivíduos beneficiários do Projeto Hora de Plantar, permitindo a comparação entre os grupos em relação às variáveis de interesse.

6.2.3 Estimação do Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT)

Na Tabela 39, são apresentadas as estimativas para o Efeito do Tratamento sobre os Tratados (ATT). Há que se lembrar que o ATT é mensurado pela diferença entre as médias dos valores dos grupos tratamento e controle. Assim, um ATT positivo reflete que a média de valores para uma dada variável no grupo tratamento é superior à média desta variável para o grupo controle. De forma análoga, os valores negativos indicam que a média de uma variável no grupo controle supera a média desta variável no grupo tratamento.

O Índice de Contribuição Econômica da cultura do milho foi calculado a partir de margem bruta por hectare da cultura do milho. A análise do ICE indica relativa homogeneidade das estimativas para o ATT entre métodos de pareamento. Neste sentido, os quatro métodos forneceram estimativas similares em torno de 60% para as diferenças entre os grupos tratamento e controle. Para o indicador margem bruta do milho por hectare em termos monetários, o ATT varia de R\$ 555,50 a R\$ 566,20, o que equivale a uma diferença percentual em torno de 77%. Tal evidência corrobora o efeito positivo do Projeto Hora de Plantar sobre a renda bruta familiar. Todos os coeficientes do ATT foram positivos e estatisticamente significativos ao nível de 1%.

De posse destes resultados, pode-se estimar os benefícios sociais e a viabilidade econômica do Projeto Hora de Plantar. Tomando-se a estimativa mais conservadora do Efeito Médio do Tratamento entre os Tratados (ATT) de R\$ 555,50 por hectare, juntamente com o número de beneficiários com a distribuição de sementes de milho híbrido para o ano de 2015,

que foi de 75.888 produtores e uma média de cerca de 29,4 kg de sementes por produtor (o que permite um plantio de 1,47 hectares), tem-se que a renda gerada para o conjunto dos agricultores beneficiários de milho híbrido foi de R\$ 61,9 milhões, o que representa mais de três vezes o orçamento total do projeto.

Tabela 39 - Efeito do Tratamento sobre os Tratados (ATT) através de pareamento por escore de propensão, por métodos de pareamento e variáveis de interesse, Microrregião do Cariri, 2015

Indicadores e Índices	Kernel		NN		RC		LLR	
	Controle	ATT	Controle	ATT	Controle	ATT	Controle	ATT
(ICE)	0,197	0,1169***	0,197	0,1177***	0,196	0,1184***	0,202	0,1191***
MBHEC	720,98	555,50***	716,64	559,84***	713,81	562,67***	740,14	566,20***
(IGAP)	0,385	-0,006	0,396	-0,017	0,384	-0,004	0,386	-0,006
(IPAPS)	0,660	-0,096	0,645	-0,081	0,651	-0,087	0,647	-0,073
(IPPA)	0,198	0,007	0,196	0,009	0,196	0,009	0,194	0,012
(IPPP)	0,701	0,002	0,703	0,000	0,700	0,003	0,689	0,015
(IPRA)	0,277	0,055	0,339	0,068	0,282	0,051	0,306	0,016
(IPCP)	0,413	-0,006	0,424	-0,017	0,415	-0,007	0,421	-0,016
(IGRS)	0,063	0,001	0,068	0,004	0,059	0,005	0,056	0,012
(IATP)	0,337	0,1136***	0,345	0,1052***	0,333	0,1171***	0,343	0,1130***
(ITPS)	0,359	-0,097	0,410	-0,1482**	0,357	-0,096	0,364	-0,092
(ITS)	0,128	0,6721***	0,128	0,6721***	0,127	0,673***	0,122	0,6777***
(ITP)	0,464	0,07928*	0,436	0,10756**	0,456	0,08771**	0,466	0,08660*
(ITD)	0,328	0,161	0,326	0,163	0,322	0,16630*	0,354	0,152
(ITCF)	0,476	-0,046	0,459	-0,029	0,468	-0,038	0,473	-0,047
(ITPC)	0,433	0,062	0,465	0,029	0,435	0,059	0,455	0,039
(ISAT)	0,170	-0,036	0,193	-0,058	0,167	-0,033	0,169	-0,026
(ISP)	0,306	0,0748***	0,313	0,0687***	0,304	0,077***	0,310	0,0754***

Nota: Estimativas dos desvios-padrões corrigidas pelo método de bootstrapping; (***) – denota nível de significância inferior a 1%; (**) – denota nível de significância inferior a 5%; (*) – denota nível de significância inferior a 10%.

Fonte: Elaboração própria com a utilização do software Stata versão 12.0

No que tange a eficácia⁴⁹ do Projeto Hora de Plantar em relação ao objetivo geral de fortalecer a agricultura familiar via distribuição de sementes de elevado potencial genético visando o aumento da produtividade e nível de renda dos beneficiários (CEARÁ, 2015), os dados apresentados na Tabela 24 corroboram a presença de significativos diferenciais de produtividade entre grupo tratamento e controle, esta evidência é corroborada pelo modelo PSM, que revelou que a renda monetária para os beneficiários foi em média 70% superior ao

⁴⁹ Conforme definido no capítulo 4, a eficácia de uma política pública representa o grau de alcance das metas de um programa ou projeto

grupo não beneficiário. Contudo, mesmo entre os agricultores participantes do programa, um percentual significativo foi classificado nas menores faixas de produtividade e, conseqüentemente, auferir menor renda com a cultura do milho. Deste modo, com base na evidência apontada, pode-se concluir a eficácia do projeto em relação ao primeiro objetivo, ainda que aparentemente haja margem para melhoria da produtividade entre os produtores participantes do projeto.

O Índice de Gestão Ambiental da Propriedade (IGAP) apresentou para todos os métodos de pareamento efeito negativo para o ATT, porém, apesar de nenhum dos coeficientes, tanto do IGAP quanto dos indicadores que o compõem, serem estatisticamente significativos, a presença de sinal negativo no IPAPS indica maior tendência entre os beneficiários de praticar desmatamento e queimadas, representando tal indicador, em virtude da expressiva magnitude relativa, o componente de maior peso no índice da dimensão ambiental. A não significância estatística dos coeficientes estimados implica na inexistência de diferença entre os grupos em relação à utilização de práticas agrícolas de menor impacto ambiental. Há que se ressaltar que o estímulo à adoção de tais práticas constitui um dos objetivos específicos do Projeto Hora de Plantar, estando previsto inclusive incentivo financeiro para o produtor que as adotar, porém, conforme abordado anteriormente neste trabalho, os agricultores desconhecem este incentivo. Além disto, há a possibilidade do bônus concedido sob a forma de abatimentos na contrapartida das sementes por parte do beneficiário ser, em virtude do reduzido valor, incapaz de promover a transformação de práticas de cultivo culturalmente enraizadas. Tais elementos, obviamente, limitam o impacto do projeto sobre a sustentabilidade dos agricultores beneficiários, ao mesmo tempo em que demandam ações do setor público no sentido de avaliar a pertinência dos mecanismos adotados pelo programa e buscar outros instrumentos capazes de promover a adoção de práticas de cultivo ambientalmente menos impactantes.

A análise do Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP) evidencia a presença de valores positivos para o ATT. Tal efeito mostrou-se estatisticamente significativo ao nível de 1% para todos os métodos de pareamento. Em termos de magnitude da diferença entre beneficiários e não beneficiários, o valor mais alto para a estimativa do ATT foi obtido pelo método de pareamento radial, 36,3% a favor dos beneficiários do programa. No tocante à variação percentual do ATT, a menor variação estimada foi obtida pelo método do vizinho mais próximo (30,5%), enquanto os métodos de Kernel e local linear evidenciaram valores mais próximos (33,5% e 32,9%, respectivamente). Além do IATP, apenas o Indicador Tecnologia de Sementes (ITS) apresenta estimativas significativas a 1%, sendo o indicador

que apresentou a maior diferença percentual entre os dois grupos. O Indicador Tecnologia de Plantio (ITP) aponta efeitos positivos para o ATT, porém significantes apenas ao nível de 10% para os métodos de Kernel e LLR, apresentando significância de 5% para os demais métodos, tais resultados implicam na maior tendência de plantio mecanizados entre os agricultores pertencentes ao grupo tratamento. O Indicador de Tecnologia de Desbaste (ITD) apresentou coeficientes estatisticamente significantes para o ATT ao nível de 10%, somente para o método de pareamento radial. Há que se considerar que a maioria dos indicadores da dimensão tecnológica apresentou diferença positiva entre os grupos, indicando que a média para o grupo tratamento superou a média para o grupo controle após o pareamento, porém, apesar dessas diferenças serem estatisticamente não significativas para a maioria dos indicadores, o efeito conjunto expresso no IATP mostrou-se estatisticamente significativo. Porém, há que se considerar o elevado peso do Indicador Tecnologia de Sementes no IATP, representando tal medida a maior responsável pelas diferenças entre os grupos tratamento e controle. Assim, apesar da evidência de diferenças significativas entre os grupos, estas parecem estar fortemente influenciadas por apenas um indicador.

Em relação ao Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP), todos os métodos de pareamento forneceram estimativas positivas para o ATT e estatisticamente significativas ao nível de 1%. As diferenças percentuais entre os grupos tratamento e controle situam-se entre 22% e 25% a favor do grupo tratamento para a maioria dos métodos de pareamento. Tais diferenças são determinadas predominantemente pelas dimensões econômica e tecnológica e indicam que os agricultores beneficiários do Projeto Hora de Plantar apresentaram, em média, maior nível de sustentabilidade da produção em relação aos agricultores familiares não participantes do projeto.

Embora sejam observadas pequenas diferenças nas magnitudes dos efeitos para as variáveis de resposta, as conclusões sobre a existência de efeitos positivos e estatisticamente significantes do Projeto Hora de Plantar sobre o Índice de Contribuição Econômica (ICE), o Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP) e o Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP) mantêm-se independentemente do método de pareamento adotado, o que evidencia a robustez dos resultados à especificação do método de pareamento.

6.2.4 Análise de Sensibilidade para o Efeito do Tratamento sobre os Tratados (ATT)

A presente seção aborda a análise de sensibilidade dos resultados do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos produtores de milho híbrido da região do

Cariri cearense. Conforme descrito na metodologia, utilizou-se o método dos limites de Rosenbaum (ROSENBAUM, 2002). A Tabela 40 apresenta, para cada variável de resposta e modelo de pareamento, os intervalos de probabilidade para o nível de significância de 5%, e a variação do parâmetro Γ foi analisada até 3 graus. Para efeitos de comparação, um valor de Γ próximo da unidade representa um indicativo de alta influência de viés não observável sobre as conclusões do modelo (DEHEJIA, 2005; DIPRET; GANGL, 2004; MORENO; MONTE, 2013).

Tabela 40 - Análise de Sensibilidade pelo método de Limites de Rosenbaum, por variável de resposta, nível gamma e método de pareamento, Microrregião do Cariri, 2015

Variável de interesse	Γ	Kernel		NN		Rad. Caliper		Local Linear	
		p^+	p^-	p^+	p^-	p^+	p^-	p^+	p^-
ICE	1,0	7.0e-08	7.0e-08	5.0e-08	5.0e-08	6.1e-08	6.1e-08	8,5e-08	8,5e-08
	1,5	.00026	6.2e-13	.00099	9.8e-13	.00023	5.0e-13	.00002	1.1e-12
	2,0	.00393	0	.00104	0	.00365	0	.00361	0
	2,5	.01621	0	.03137	0	.01535	0	.01464	0
	3,0	.05578	0	.05627	0	.06344	0	.06254	0
IGAP	1,0	.40222	.40222	.16256	.16256	.46825	.46825	.44476	.44476
	1,5	.02893	.91794	.00404	.73889	.04222	.94095	.04114	.92701
	2,0	.00093	.99513	.0,0005	.96439	.00168	.99714	.00180	.99556
	2,5	.00002	.99980	4.6e-07	.99685	.00004	.99990	5.6e-05	.99981
	3,0	4.0e-07	.99999	3.6e-09	.99978	1.1e-06	.99999	1.5e-06	.99999
IATP	1,0	2.5e-08	2.5e-08	4.5e-08	4,5e-08	3.1e-10	3.1e-10	9.5e-08	9.5e-08
	1,5	.00004	2.9e-13	.00093	8.5e-13	1.5e-06	8.9e-16	9.9e-05	1.9e-12
	2,0	.00168	0	.00961	0	.00010	0	.00288	0
	2,5	.01353	0	.03044	0	.00124	0	.01981	0
	3,0	.05029	0	.05519	0	.00634	0	.06656	0
ISP	1,0	3.7e-08	3.7e-08	2.8e-08	2.8e-08	1.6e-08	1.6e-08	6.3e-08	6.3e-08
	1,5	.00006	4,8e-13	0.00068	4,3e-13	.00003	1.5e-13	.00007	1.4e-12
	2,0	.00212	0	0.00771	0	.00126	0	.00224	0
	2,5	.01640	0	0.02618	0	.01062	0	.01614	0
	3,0	.05909	0	0.0995	0	.04102	0	.05604	0

Fonte: Elaboração própria com a utilização do software Stata versão 12.0

A análise de sensibilidade demonstra que, com exceção do Índice de Gestão Ambiental da Propriedade, as demais variáveis de resposta do modelo apresentam resultados robustos à presença de viés causado pela presença de covariável não observável para todos os métodos de pareamento. Observando-se o nível crítico de significância, percebe-se que o Γ varia entre 2,5 e 3,0 para os diferentes índices e métodos de pareamento. Tais resultados indicam que apenas a omissão de covariáveis não observadas que causassem uma distorção na

probabilidade de atribuição do tratamento entre 2,5 e 3 vezes a favor dos beneficiários poderia explicar as diferenças observadas entre os grupos tratamento e controle.

O Índice de Gestão Ambiental da Propriedade (IGAP) mostrou-se muito sensível à presença de “viés não observável”, cuja explicação relaciona-se ao fato das diferenças observadas não serem estatisticamente significativas, conforme pode ser visualizado na Tabela 39.

É importante notar que o método de limites de Rosenbaum não representa um teste formal da hipótese CIA (independência condicional), mas tem sua importância ao permitir julgar quão grande deve ser a influência de covariáveis não observadas a fim de que as conclusões do tratamento sejam alteradas (ROSENBAUM, 2002; WATSON, 2005).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtores pesquisados revelaram forte homogeneidade no que diz respeito, sobretudo, aos aspectos socioeconômicos, destacando-se as seguintes características: elevada média de idade, baixo nível de escolaridade e renda, reduzida participação de familiares jovens, prevalência de relação com a terra baseada na modalidade de arrendamento com reduzido número de produtores proprietários.

A elevada média de idade e a baixa participação de jovens na atividade agrícola familiar levantam questionamento sobre a continuidade da agricultura familiar e os efeitos nefastos da aceleração de um processo de migração campo-cidade, com impactos significativos tanto sobre a produção de alimentos quanto sobre a demanda de infraestrutura urbana.

O baixo nível de escolaridade e a forma de acesso à terra constituem-se fatores limitantes da incorporação de novas tecnologias, seja pela dificuldade de absorção de novas técnicas produtivas, seja porque a ausência de direitos de propriedade desestimule o uso de práticas de conservação da fertilidade do solo e de cuidados com a preservação dos recursos ambientais, colaborando para a manutenção de uma atitude ambientalmente predatória e insustentável.

Na análise descritiva, foram abordados ainda a caracterização geral destes produtores em relação aos indicadores e índices componentes do Índice de Sustentabilidade da Produção. Quanto à dimensão econômica, apesar da nítida distinção entre os grupos, em que os produtores beneficiários do Projeto Hora de Plantar apresentaram diferenciais significativos de produtividade e renda, a reduzida área plantada aliada à vulnerabilidade destes produtores ao risco climático (característica marcante da agricultura de sequeiro) refletem em uma baixa margem bruta para a cultura do milho.

Em relação à dimensão ambiental, em termos gerais, os agricultores pesquisados possuem baixo nível de consciência ambiental espelhada pela não utilização de técnicas ambientalmente menos impactantes. Ressalta-se que a maioria destas técnicas representa procedimentos tecnologicamente já consolidados, e há tempo utilizados com sucesso em outras realidades. Apresentando como características a simplicidade e a adequação às condições econômicas da agricultura familiar, tais técnicas se destinam, sobretudo, à manutenção da fertilidade do solo e à redução do risco de erosão. A não utilização generalizada destas técnicas e, na maioria dos casos (conforme relatos em campo), o completo

desconhecimento por parte destes produtores, sugere uma deficiência nos trabalhos de extensão rural em nível estadual, cuja investigação foge do escopo desta pesquisa.

Todavia, o Projeto Hora de Plantar, apesar de elencar como objetivos não apenas a substituição de plantio de grãos por sementes de alta qualidade genética, mas também a adoção de práticas agrícolas de convivência com o semiárido, concedendo inclusive incentivo financeiro (na forma de redução no pagamento das sementes) para os produtores que adotam práticas de cultivo mais sustentáveis, não prevê ações públicas para a consecução deste objetivo. A realidade empírica revelou o desconhecimento de tais incentivos por parte do produtor, e reforça a hipótese da existência de uma deficiência, por parte dos gestores, tanto da transmissão da informação do programa quanto da difusão das mencionadas tecnologias para esses agricultores. Obviamente, não se pode impor apenas aos órgãos estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural toda a responsabilidade pelo baixo nível tecnológico dos produtores cearenses, pois tal analogia simplista ignora o caráter multifacetado das limitações à implementação de novas práticas produtivas pelo pequeno agricultor familiar.

Frente aos desafios da transformação de práticas agrícolas ambientalmente predatórias para outras mais sustentáveis e que respeitem as características e potencialidades do semiárido, sugere-se, neste trabalho, a implementação de formas de atuação alternativas, como a realização de reuniões de conscientização e formação nas comunidades beneficiadas, bem como o treinamento de corpo técnico nessas tecnologias.

Em relação ao nível tecnológico dos produtores, a informação colhida por diferentes indicadores aponta para a perpetuação de um baixo nível tecnológico, em que as práticas produtivas básicas relacionadas à cultura do milho são ignoradas pela maior parte dos produtores. O resultado deste último elemento é a manutenção de níveis de produtividade extremamente baixos para a maioria dos agricultores, sobretudo para os não beneficiários do programa com reflexo na renda bruta da atividade, inviabilizando em parte a capacidade de geração de renda da agricultura familiar e perpetuando o quadro de pobreza e baixo nível de dinamismo econômico desse segmento.

De modo geral, os dois grupos de produtores apresentaram baixo nível de sustentabilidade da produção, porém com maior concentração de produtores não beneficiários nos valores inferiores do índice. A partir dos dados mostrados, o que se percebe é que, para um número significativo de produtores, a questão ambiental continua distante e marcadamente ausente de atitudes concretas em nível pessoal e coletivo, e a prática produtiva mantém-se resistente à incorporação de técnicas simples de manutenção da fertilidade do solo e aumento da produtividade. Obviamente, os elementos explicativos da manutenção de níveis

tão baixos de sustentabilidade demandam investigações mais específicas que contemplem tanto a atuação das políticas públicas voltadas ao homem do campo quanto a eficiência de ações de promoção da sustentabilidade da produção e da renovação de uma agricultura no sentido de convivência mais harmônica com as condições do semiárido.

No que concerne à utilização da técnica de *propensity score matching* para identificar os impactos do Projeto Hora de Plantar sobre os produtores de milho híbrido da Microrregião do Cariri, pode-se afirmar, preliminarmente, que, para todos os métodos de pareamento, houve significativa redução nas disparidades entre os grupos, evidência corroborada tanto pela redução percentual do viés quanto por outros indicadores de balanceamento das covariáveis. Essa inferência corrobora o sucesso na obtenção de grupos homogêneos em relação às covariáveis preditoras da designação do tratamento, condição essencial para a validade estatística das diferenças observadas entre os beneficiários e não beneficiários do programa em relação às variáveis de resultado.

Na avaliação da influência dos fatores condicionantes pessoais e socioeconômicos sobre o acesso ao Projeto Hora de Plantar, as variáveis concernentes ao recebimento de transferência públicas, tempo de trabalho na agricultura, área plantada de milho, estado civil (casado, união estável) e morar nas localidades de Latão e Santana, correlacionaram-se de forma direta à probabilidade de inclusão no programa, enquanto as variáveis referentes à condição de moradia, condição do produtor e valor das transferências públicas apresentaram relação inversa com a probabilidade de inclusão no programa. As variáveis que dizem respeito à condição de moradia e área plantada de milho apresentaram-se menos relevantes no tocante à inclusão no programa. Neste sentido, tais resultados sugerem que a inclusão no programa é influenciada por fatores locais, socioeconômicos e produtivos.

No que tange à estimação dos efeitos médios do tratamento sobre os tratados, observa-se que os valores estimados do ATT, para os diferentes índices componentes da sustentabilidade, indicam o impacto positivo e estatisticamente significativo do Projeto Hora de Plantar na renda bruta obtida com a cultura do milho, no Índice de Contribuição Econômica (ICE), no Indicador Tecnologia de Sementes (ITS), no Indicador Tecnologia de Plantio (ITP), no Índice de Adoção Tecnológica da Produção (IATP) e no Índice de Sustentabilidade da Produção (ISP), indicando que os produtores beneficiários do projeto possuem maior nível de sustentabilidade da produção em relação aos não beneficiários, pesando, sobretudo, os aspectos econômicos e tecnológicos. Todavia, é importante ponderar que o efeito sobre a dimensão tecnológica é influenciado pela significativa diferença em apenas um indicador (ITS).

Quanto à dimensão ambiental, os resultados estimados indicam que os efeitos do programa são estatisticamente não significativos, o que denota a não obtenção de sucesso do programa na consecução do importante objetivo que se refere à utilização de práticas ambientais conservacionistas e de convivência com o semiárido.

A análise de sensibilidade confirma a robustez dos resultados estimados, permitindo confirmar a hipótese da pesquisa de que os produtores familiares participantes do Projeto Hora de Plantar apresentaram maior nível de sustentabilidade da produção em relação aos não beneficiários.

Um questionamento recorrente em avaliação de políticas públicas diz respeito aos benefícios sociais e custos econômicos da atuação governamental. Neste sentido, os resultados obtidos para o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT) para a margem bruta obtida pelos beneficiários sugere que os benefícios sociais superam com largas vantagens os custos econômicos do projeto, sendo o subsídio na forma de distribuição de sementes híbridas preferível à transferência de renda direta ao produtor (no valor orçado para o programa), por gerar maior renda final ao beneficiário.

Ressalta-se, todavia, que as conclusões da presente pesquisa não abordam todo o escopo de atuação do Projeto Hora de Plantar, mas dizem respeito tão somente aos efeitos positivos da utilização de sementes de milho híbrido por produtores familiares e à utilização de práticas ambientais sustentáveis. Deste modo, dois objetivos específicos do programa referentes à contribuição para a implantação de áreas de reserva alimentar para os rebanhos (por meio da distribuição de sorgo e palma forrageira) e incentivo ao reflorestamento (através da distribuição de espécies vegetais nativas e exóticas) não puderam ser avaliados por terem como foco a distribuição de mudas ou sementes e um perfil de produtores diversos dos abordados nesta pesquisa.

Considerando-se que o Projeto Hora de Plantar constitui-se em importante estratégia de atuação da política agrícola estadual desde 1987 e que abrange a quase totalidade dos municípios cearenses, sugere-se a realização de pesquisas para as demais sementes e mudas distribuídas, e para outras regiões do Estado, de modo a se consolidar um quadro de informações que permita uma avaliação mais ampla do programa.

Em virtude da evidência empírica que aponta para o baixo nível tecnológico dos produtores familiares, mesmo em técnicas convencionais de cultivo, sugere-se, para investigação futura, o papel dos órgãos de ATER na política agrícola estadual, com destaque para a trajetória de atuação destes órgãos, as condições de recursos públicos e de pessoal e a amplitude das ações desempenhadas.

REFERÊNCIAS

- AAKVIK, A. Bounding a matching estimator: the case of a Norwegian Training Program. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 63, n. 1, p. 115-143, Feb. 2001. Disponível em: <doi:10.1111/1468-0084.00211>. Acesso em: 10 maio 2016.
- ABRAMOVAY, R. *et al.* **Juventude e agricultura familiar: desafios dos novos padrões sucessórios**. Brasília: Edições UNESCO, 1998. 101 p.
- ABRAMOVAY, R.. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 73-78, abr./jun. 1997.
- AGUILAR, M. J.; ANDER-EGG, Ezequiel. **Avaliação de serviços e programas sociais**. Petrópolis: Vozes, 1994.
- ALA-HARJA, M.; HELGASON, S. Em direção às melhores práticas de avaliação. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 51, n. 4, p. 5-59, out./dez. 2000.
- ALMEIDA, J. Significados sociais, desafios e potencialidades da agroecologia. *In:* FERREIRA, A. D.; BRANDENBURG, A. (Org.). **Para pensar outra agricultura**. Curitiba: UFPR, 1998. p. 239-247
- _____. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural) sustentável. *In:* ALMEIDA, J. & NAVARRO, Z. (Orgs.). **Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1997.
- ALMEIDA, J. E.; ARAÚJO, J. B. Um modelo exaurido: a experiência da SUDENE. **Revista Teoria e Evidência Econômica**. Passo Fundo, v. 13, n. 12, p. 97-128, 2004.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**, Porto Alegre: UFRGS, 2000. 110 p.
- ALVES, C. L. B.; PAULO, E. M. **Ceará: recortes de uma economia em transformação**. Crato: RDS, 2014, 234 p.
- _____. Qualidade das ocupações no mercado de trabalho rural cearense: evolução recente a partir da PNAD. *In:* Francisca Laudeci Martins Souza; Wellington Ribeiro Justo; Eliane Pinheiro de Sousa. (Org.). **Sociedade, políticas públicas e desenvolvimento**. 1^a ed. Fortaleza: Premium, 2012, p. 221-246.
- ALVES, C. L. B.; RODRIGUES, A. S. Elementos para pensar territorialidades e desenvolvimento sustentável na Mesorregião Sul Cearense. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, Banco do Nordeste, v. 44, n. especial, p. 251-274, 2013.
- ALVES, C. L. B.; RODRIGUES, A. S.; PINHEIRO, V. F. Cooperação e vínculos na agricultura familiar: reflexões sobre o capital social nas comunidades Malhada e Jenipapo em Crato, CE. *In:* SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA, 3.; ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS AMBIENTAIS DE PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA REALP, 16., 2014, Manaus. **Anais...Manaus: SICASA/REALP**, 2014.

ALVES, H. C. R. Condição do produtor em relação às terras no Nordeste. **Informe Rural Etene**, Banco do Nordeste, Fortaleza, ano V, n. 4, abr. 2011.

ALVES, M. O. Pluriatividade no sertão nordestino: uma estratégia de sobrevivência: o caso do município de Tejuçuoca, Estado do Ceará. **Revista Raízes**, v. 21, n. 1, p. 114-121, jan./jun. 2002.

ANDRADE, M. J. B. *et al.*. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.

ANDREWS, D. W. K.; BUCHINSKY, M. Y. **On the Number of bootstrap repetitions for BC a confidence intervals**. Cowles Foundation. Discussion Papers 1250. Yale University. 2000.

ANGRIST, J. D.; KRUEGER, A. B. Empirical strategies in labor economics. *In*: ASHENFELTER, O.; CARD, D. (eds.). **The handbook of labor economics**. Amsterdam, North-Holland: Elsevier Science, v. 3A, p. 1277-1366, 1999.

AQUINO, J. R. *et al.*. Dimensão e características do público potencial do Grupo B do PRONAF na região Nordeste e no estado de Minas Gerais. *In*: SCHNEIDER, S., FERREIRA, B. e ALVES, F. (Orgs.). **Aspectos multidimensionais da agricultura brasileira: diferentes visões do censo agropecuário 2006**. Brasília: IPEA, 2014. p. 77-105. (Capítulo 3).

_____. Dimensão e localização do público potencial do PRONAF "B" no Brasil: uma análise a partir do Censo Agropecuário 2006. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 49, 2011, Belo Horizonte/MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBER, 2011. (CD-ROM).

ARRETICHE, M. T.. Tendências no estudo sobre avaliação. *In*: RICO, E. M. (org.). **Avaliação de políticas sociais: uma questão em debate**. São Paulo, Cortez, 1998. Disponível em <http://www.fflch.usp.br/dcp/assets/docs/Marta/Arretche_1998.pdf> . Acesso em: 12 ago. 2014

ARRUZO, R. O Moderno e o arcaico no trabalho na agricultura moderna nos cerrados do Norte e Nordeste do Brasil. *In*: BERNARDES, Júlia (org.). **A territorialidade do capital**. Rio de Janeiro: Arquimedes, 2009. 115 p.

ASFAW, S. Estimating welfare effect of modern agricultural technologies: a microperspective from Tanzania and Ethiopia. **International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)**, Nairobi, 2010. Disponível em: <http://www.chronicpoverty.org/uploads/publication_files/asfaw_agricultural_technologies.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

ASSAD, M. L. L.; ALMEIDA, Jalcione. Agricultura e sustentabilidade: contexto, desafios e cenários. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 29, 2004, p. 15-30. Disponível em <<http://www6.ufrgs.br/pgdr/arquivos/427.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

ATTANAZIO, O. *et al.*. **How effective are conditional cash transfers?** Evidence from Colombia. London: The Institute for Fiscal Studies, (Briefing Note, n. 54), 2005. Disponível em: <<http://www.ifs.org.uk/publications.php>>. Acesso em: 5 mar. 2011.

AUSTIN, P.C. Balance diagnostics for comparing the distribution of baseline covariates between treatment groups in propensity score matched samples. **Statistics in Medicine**, v. 28, n. 25, p. 3083-3107, Sep. 2009. Disponível em: <doi:10.1002/sim.3697>. Acesso em: 16 maio 2016.

BAKER, J. L.. **Evaluating the impact of development projects on poverty: a handbook for practioners**. Washington: Work Bank, 2000, 217 p. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTISPMA/Resources/handbook.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BALSAN, R.. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, Rio Grande, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

_____. **A agricultura familiar como locus de desenvolvimento para um novo mundo rural: o caso das unidades de produção familiar do 2. distrito, Vila Toróquá - município de São Francisco de Assis – RS**. 2001. xi, 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, 2001. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95684>. Acesso em: 10 set. 2012.

BANDURA, R. **a survey of composite indices measuring country performance: 2008 update**, United Nations Development Programme – Office of Development Studies, Feb. 2008. Disponível em <http://web.undp.org/developmentstudies/docs/indices_2008_bandura.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

BARRETO, A. C.; GONÇALVES, R. G. Avaliação de políticas públicas: uma análise do Programa Volta para Casa. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 17, n. 2, p. 402-413, jul./dez. 2013.

BARRETO, R. C. S. **Políticas públicas e o desenvolvimento rural sustentável no estado do Ceará: estudo de caso**. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004. Disponível em: <http://www.economiarural.ufc.br/ricardobarreto2004.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2011.

BARRETO, R. C. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Sustentabilidade dos assentamentos no município de Caucaia-CE. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 2, p. 225–247, 2005.

BECKER, S. O.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. **The Stata Journal**, v. 2, n. 4, p. 358–377, 2002. Disponível em: <http://www.stata-journal.com/sjpdf.html?articlenum=st0026>. Acesso em: 16 maio 2015.

BELLEN, H. M. van. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

_____. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Revista Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 67-88, jan./jun. 2004.

BONNAL, P.; MALUF, R. S. Políticas de desenvolvimento territorial e multifuncionalidade da agricultura familiar no Brasil. **Política e Sociedade**, Florianópolis, v. 8, n. 14, p. 211-250, abr. 2009.

BOSSEL, H. Indicators for sustainable development: theory, method, applications. **International Institute for Sustainable Development**: Winnipeg, Manitoba – Canada, 1999.

BOX, G. E. P.; HUNTER, J. S.; HUNTER, W. G. **Statistics for Experimenters** (2nd ed.). John Wiley & Sons, 2005.

BRAGA, T. M. *et al.*. Índice de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 11-33, set./dez. 2004.

BRASIL, M. V. de O.; NOGUEIRA, C. A. G.; FORTE, S. H. A. C. Schumpeter e o desenvolvimento tecnológico: uma visão aplicada às pequenas e médias empresas (PMEs). **Revista de Ciências da Administração**, Florianópolis, v. 13, n. 29, p. 38-62, jan./abr. 2011.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome. Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação. **Relatório de Informações Sociais**. Base de Dados – SAGI. Disponível em: <<http://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/RIV3/geral/index.php?relatorio=153&file=entrada#>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

_____. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Boletim Estatístico Regional da Previdência Social – Região Nordeste**. Brasília, v. 08, n. 1, mar. 2015.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Brasil: Um país de todos**. Balanço do Governo Lula 2003-2010. Seção da Agricultura familiar. Brasília. p. 78-134, 2010a.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: território cidadania do Cariri – MDA/SDT/AGROPOLOS**. Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2010b.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Indicadores de programas**. Guia Metodológico, Brasília: MPOG, SPI, 2010c.

_____. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 2006.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Marco referencial para apoio ao desenvolvimento de territórios rurais**. Documentos Institucionais, n. 2. Brasília: MDA, 2005, 28 p.

_____. **Lei Federal n. 9974, de 06 de junho de 2000**. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, 7 jun. 2000, seção 1, p. 1

BRITO, M. A. **Impactos do Programa Nacional de Crédito Fundiário sobre a renda, o patrimônio e a qualidade de vida no sertão nordestino**. 2013. 168 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BRYSON, A.; DORSETT, R.; PURDON, S. The use of propensity score matching in the evaluation of labour market policies. Department for Work and Pensions, 2002. (Working Paper n. 4)

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. **Confins** (on line), Paris, n. 19, 2013. Disponível em: <<http://confins.revues.org/8633>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BUDELMEYER, H.; SKOUFIAS, E. **An evaluation of the performance of regression discontinuity design on PROGRESA**. Washington: Work Bank, 2004. (Policy Research Working Paper, 3386). Disponível em: <<http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-3386>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BURSZTYN, M. **O poder dos donos: planejamento e clientelismo no Nordeste**. Petrópolis: Vozes, 1984.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. A. Sustentabilidade, ação pública e meio rural no Brasil: uma contribuição ao debate. **Raizes**, Campina Grande, v. 29, p. 10-18, 2010.

CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. **Some practical guidance for the implementation of propensity score matching**. The Institute for the Study of Labor (IZA). Discussion Paper, n. 1588, Bonn, Germany, 2005. Disponível em: <<http://ftp.iza.org/dp1588.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas: Editora Papirus (coleção Papirus Educação), 2003, 159 p.

CAMARGO, M. S. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul./dez. 2012. 4 p.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics: methods and applications**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004, 166 p.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; MELO, F. de B. Como produzir mais milho ou feijão-caupi em cultivo consorciado no semiárido do meio-norte brasileiro. **Comunicado Técnico n. 234**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, dez. 2014, 5 p.

CARMO, M. S. A produção familiar como *locus* ideal da agricultura sustentável. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 1-15, 1998.

CARVALHO, C. P. O. O novo padrão de crescimento do Nordeste semiárido. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 160-184, jul./set. 2014.

CARVALHO, S. N. Avaliação de programas sociais: balanço das experiências e contribuição para o debate. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 17, n. 3-4, p. 185-197, jul./dez. 2003.

CASTILLO, R. Transporte e logística de granéis sólidos agrícolas: componentes estruturais do novo sistema de movimentos do território brasileiro. **Investigaciones Geográficas**, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, n. 55, p. 79-96, 2004. Disponível em: <<http://igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol55/pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

CAVALCANTI, D. M.; COSTA, E. M.; SILVA, J. L. M. Programa bolsa família e o nordeste: impactos na renda e na educação, nos anos de 2004 e 2006. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 17, n. 1, jan./abr. 2013.

CEARÁ. Secretaria de Desenvolvimento Agrário. Cédula de Agricultura Familiar – CODAF. **Base de dados HPnet**. Fortaleza: SDA, 2016.

_____. Secretaria do Desenvolvimento Agrário. **Projeto Hora de Plantar XXVIII**: manual operacional 2015. Fortaleza: SDA, 2015, 105 p.

_____. Secretaria de Desenvolvimento Agrário. **Plano de desenvolvimento rural sustentável e solidário – 2012-2015**. Fortaleza: SDA, 2012a, 116 p.

_____. Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social. **Plano Estadual de Segurança Alimentar e Nutricional – 2012/2015**. Fortaleza: STDS, 2012b, 137 p. Disponível em: <http://www.caisan.gov.br/images/publicacoes/planos_estaduais/Plano_Estadual_CE.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

_____. Secretaria do Desenvolvimento Agrário. **Projeto Hora de Plantar XXIV**: manual operacional 2011. Fortaleza: SDA, 2011, 97 p.

_____. Secretaria de Desenvolvimento Agrário. **Plano de Desenvolvimento Sustentável 2008-2011**. Fortaleza: SDA, 2008, 74 p.

CECHIN, A. D. **Georgescu-Roegen e o desenvolvimento sustentável**: diálogo ou anátema? 2008, 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CECHIN, A. D.; VEIGA, J. E. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Revista Economia Política**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 438-454, jul./set. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31572010000300005>>. Acesso em 10 nov. 2014.

CHACON, S. S.; BURSZTYN, M. **Análise das políticas públicas para o sertão semiárido**: promoção do desenvolvimento sustentável ou fortalecimento da pobreza?. *In*: VI Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Brasília: 2005. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa5/analise_das_politicas_publicas.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

CIRANI, C. B. S. *et al.* Uma análise de inovação a partir do estudo da adoção e uso de tecnologias de agricultura de precisão na indústria sucroalcooleira paulista. **RAI – Revista de Administração e Inovação** [On-line], v. 7, n. 4, p. 186-205, out./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97316952010>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

COCHRAN, W. **Sampling Techniques**. 2nd ed. Boston: John Wiley & Sons, 1985.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE – CEPAL. **Estudio económico de América Latina**. New York: ONU, 1949.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2^a ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília: CONAB, 2016, v. 3 (Observatório Agrícola, n. 12). Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 12 ago. 2016.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 2, p. 663-667, mar./abr., 2008.

COSTA, F. L.; CASTANHAR, J. C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 962-969, set./out. 2003.

COSTA, O. M. E. **Desenvolvimento na perspectiva estruturalista e neo-schumpeteriana: a inovação como elemento de convergência**. Fortaleza: IPECE, out. 2011. (Texto para Discussão, n. 96).

CRUZ, J. C. *et al.* **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2011, 42 p. (Circular Técnica n. 159).

_____. (editores técnicos). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.

CUENCA, M. A. G.; NAZÁRIO, C. C.; MANDARINO, D. G. **Aspectos agroeconômicos da cultura do milho: características e evolução da cultura no estado do ceará entre 1990 e 2003**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 28 p. (Documentos n. 82).

DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. S. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [on line], v. 49, n. 1, p. 129-156, 2011. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v49n1/a06v49n1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.

DAVID, C.; CORRÊA, W. K. A política agrária e as transformações na agricultura brasileira: de 1960 aos dias atuais. **Geosul**, Florianópolis, v. 17, n. 33, p. 23-43, jan./jun. 2002.

DEHEJIA, R. H. Practical propensity score matching: a reply to Smith and Todd. **Journal of Econometrics**, v. 125 (1-2), p. 355-364, 2005.

DEHEJIA, R. H.; WAHBA, S. Propensity Score Matching Methods for Nonexperimental Causal Studies, **The Review of Economics and Statistics**, v. 84(1), p. 151-161, Feb. 2002.

DELGADO, G. C. O setor de subsistência na economia brasileira: gênese histórica e formas de reprodução. In: JACCOUD, L. (Org.). **Questão social e políticas sociais no Brasil contemporâneo**. Brasília: IPEA, 2005. p. 19-50.

_____. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, set./dez. 2001.

DELGADO, N.; BONNAL, P.; LEITE, S. **Desenvolvimento territorial: articulação de políticas públicas e atores sociais**. Convênio IICA – OPPA/CPDA/UFRRJ, Rio de Janeiro, CPDA/UFRRJ, 2007. Disponível em: <http://oppa.net.br/acervo/publicacoes/IICA-OPPA-Desenvolvimento_territorial-articulacao_de_politicas_publicas_e_atores_sociais.pdf>. Acesso em: 13 maio 2013.

DHOLAKIA, B. H.; DHOLAKIA, R. H. Modernization of agriculture and economic development: the Indian experience. **The Journal of the Caribbean Agro-economic Society**, v. 1, n. 1, p. 19-36, Mar. 1992. Disponível em: <<http://purl.umn.edu/44549>>. Acesso em: 10 out. 2013.

DIAS, M. C. O. (coord.) **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais das atividades produtivas**. Fortaleza, Banco do Nordeste, 1999. 297 p. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/928622>. Acesso em: 15 maio 2016.

DINIZ, C. C. Celso Furtado e o desenvolvimento regional. **Nova Economia**. Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 227-249, maio/ago. 2009.

DIPRETE, T; GANGL, M. Assessing bias in the estimation of causal effects: Rosenbaum bounds on matching estimators and instrumental variables estimation with imperfect instruments. **Sociological Methodology**, v. 34, n. 1, p. 271-310, Apr. 2004. Disponível em: <http://www.wjh.harvard.edu/~winship/cfa_papers/HBprop_021204.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2011.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, n. 11, p. 147-162, 1982. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.319.868&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

DOVERS, S.R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v. 2, n. 4, p. 262-276, 1992.

DUARTE, G. B.; SAMPAIO, B.; SAMPAIO, Y. Programa Bolsa Família: impacto das transferências sobre os gastos com alimentos em famílias rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 4, out./dez. 2009.

DUMANSKI, J. *et al.* **Performance indicators for sustainable agriculture**. Washington: The World Bank, Oct. 1998, 17 p. (Discussion Note). Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/INTARD/864477-1112703179105/20434502/SustInd.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016

EDQUIST, C., **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Pinter/Cassel, 1997.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. **An introduction to the bootstrap**. London: Chapman & Hall/CRC press, 1994. 436 p.

ELIAS, D. **Redes agroindustriais e urbanização dispersa no Brasil**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, 10, Barcelona, 2008. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/-xcol/270.htm>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

_____. Desigualdade e pobreza no espaço agrário cearense. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, ano 2, n. 3, p. 61-69, 2003.

EPANECHNIKOV, V. A. Non-parametric estimation of a multivariate probability density. **Theory of Probability and its Applications**, v. 14, n. 1, p. 153-158, 1969. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1137/1114019>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ESTEVAM, L. **O tempo da transformação**: estrutura e dinâmica da formação de Goiás. Goiânia: Editora do autor, 1998.

EUCLIDES FILHO, K. *et al.* O papel da ciência e da tecnologia na agricultura do futuro. **Revista de Política Agrícola**, ano XX, n. 4, out./dez. 2011.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY – EEA. **Core set of indicators**: guide. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, Technical Report, n. 1, 2005. 38 p.

FARIA, C. A. P. A política de avaliação de políticas públicas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 20, n. 59, p. 97-109, out. 2005.

_____. Idéias, conhecimento e políticas públicas: um inventário sucinto das principais vertentes analíticas recentes. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 18, n. 51, p. 21-29, fev. 2003.

FÁVERO, L. P. *et al.* **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 646 p.

FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas**: o modelo lógico do programa segundo tempo. Brasília: IPEA, 2009. (Texto para discussão 1369)

FERREIRA, L. C. **A questão ambiental**: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil. São Paulo: Boitempo Editorial, 1998, 154 p.

FREY, K. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 21, p. 211-259, jun. 2000.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Secretaria de Recursos Hídricos. **Base de Dados: Calendário das Chuvas**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario?data=hoje>>. Acesso em 10 dez. 2015.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

GALLOPÍN, G. C. Indicators and their use: information for decision-making. *In*: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. **Sustainability indicators**: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons, 1997.

GARCIA, R. C.. Subsídios para organizar avaliações da ação governamental. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 23, p. 7-70, jan./jun. 2001.

GASSON, R.; ERRINGTON, A. **The farm family business**. Wallingford: Cab Internacional, 1993.

GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Qual "fortalecimento" da agricultura familiar?: uma análise do Pronaf crédito de custeio e investimento no Rio Grande do Sul. **Rev. Econ. Sociol. Rural**. Brasília, v. 51, n. 1, p. 45-68, mar. 2013. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032013000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 out. 2014.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **The entropy law and the economic process**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

GERTLER, P. J. *et al.*. **Impact evaluation in practice**. The International Bank of Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, 2011. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/EXTHDOFFICE/Resources/5485726-1295455628620/Impact_Evaluation_in_Practice.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

GLICO, N. Factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. **Comercio Exterior**, v. 40, n. 12, p. 1135-1142, dic. 1990.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 5ª ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 802 p.

GRISA, C. **Políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil: produção e institucionalização das ideias**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GRISA, C. ; SCHNEIDER, Sergio. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre Sociedade e Estado no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 52, supl. 1, p. s125-s146, 2014.

GRUPO DE TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – GTDN. **Uma política de desenvolvimento econômico para o Nordeste**. Recife: Sudene, 1967.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: 1996 e 2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 2, p. 351-370, abr./jun. 2012.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. C. S. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto**. Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília: INCRA/FAO, MDA, 2000. Disponível em: <<http://www.faser.org.br/anexos/Retratodaagriculturafamiliar.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

GUERRA, L. *et al.*. Ecologia política da construção da crise ambiental global e do modelo do desenvolvimento sustentável. **Interações – Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 8, n.1, p. 09-25, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/inter/v8n1/a02v8n1.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

GUIMARÃES NETO, L. O Nordeste, o planejamento regional e as armadilhas da macroeconomia. **Revista Estudos e Pesquisas**, n. 67, p. 109-151, Salvador: SEI, 2004.

GUIMARAES, R. P.; FONTOURA, Y. S. R. Rio+20 ou Rio-20?: crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 19-39, dez. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300003>>. Acesso em 16 ago. 2016.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Brasília: Embrapa, 1988, 583 p.

HAYATI D.; RANJBAR Z.; KARAMI, E. Measuring agricultural sustainability. *In*: Lichtfouse E (ed). Biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture. **Sustainable Agriculture Reviews**. Springer Netherlands, v. 5, p. 73–100. 2011. Disponível em: <doi:10.1007/978-90-481-9513-8_2>. Acesso em: 16 ago. 2016.

HECKMAN, J. J.; LALONDE, R.; SMITH, J. The economics and econometrics of active labor market programs. *In*: ASHENFELTER, O; CARD, D. (ed.). **Handbook of Labor Economics**. Amsterdam: Elsevier, v. 3, p. 1865–2097, 1999.

HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P.. Matching as an econometric evaluation estimator. **Review of Economic Studies**, v. 65, n. 2, p. 261–294, 1998.

_____. Matching as an econometric evaluation estimator: evidence from evaluating a job training programme. **Review of Economic Studies**, v. 64, n. 4, p. 605–654, 1997.

HEIDEMANN, F. G.. Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento. *In*: HEIDEMANN, F. G.; SALM, J. F. (orgs.). **Políticas públicas e desenvolvimento: bases epistemológica e modelos de análise**. Brasília: UNB, 2009.

HEREDIA, B. M. A.; CINTRÃO, R. P. Gênero e acesso a políticas públicas no meio rural brasileiro. **Revista NERA**, ano 9, n. 8, p. 1-28, jan./jun. 2006.

HOFFMANN, R. *et al.* **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1978. 325 p.

HORBACH, J. (ed.). **Indicator systems for sustainable innovation**. Heidelberg: Physica-Verlag, 1º ed., 2005. 213 p.

HOROWITZ, J. L. Bootstrap methods for markov processes. **Econometrica**, v. 71, issue 4, p. 1049-1082, 2003.

IMAS, L. G. M.; RIST, R. C.. **The road to results: designing and conducting effective development evaluations**. Washington: World Bank, 2009.

IMBENS, G. A role of the propensity score in estimating Dose-Response functions. **Biometrika**, v. 87, n. 3, p. 706-710, Sept. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal – 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016a.

_____. **Base de dados SIDRA**. Base de dados do IPCA, 2016b. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm>. Acesso em: 15 fev. 2016.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012a.

_____. **Pesquisa agrícola municipal – 2012**. Banco de dados cidades@. 2012b. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 20 jun. 2014.

_____. **Censo Agropecuário 2006. Agricultura familiar. Primeiros resultados:** Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 267 p. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Síntese dos indicadores sociais:** uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

_____. **Censo Agropecuário 2006:** Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777 p. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Anuário Estatístico do Ceará – 2015.** Fortaleza: IPECE, 2015. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2015/index.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2016.

_____. **Anuário Estatístico do Ceará – 2013.** Fortaleza: IPECE, 2013. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2013/index.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

_____. **Ceará em mapas – 2010.** Fortaleza: IPECE, 2010a. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

_____. **Entendendo os principais indicadores sociais e econômicos.** Fortaleza: IPECE, 2010b. 131 p.

JOSEPHAT, P.; LIKANGAGA, R. Analysis of effects of agriculture intervention using propensity score matching. **Journal of Agriculture Studies**, v. 3, n. 2, p. 49-60, 2015. Disponível em: <<http://www.macrothink.org/journal/index.php/jas/article/view/7339/6197>>. Acesso em: 10 maio 2015.

JUNQUEIRA, C. P.; LIMA, J. F. Políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 29, n. 2, p. 159-176, jul./dez. 2008.

KAMIMURA, A.; OLIVEIRA, A.; BURANI, G. F. A agricultura familiar no Brasil: um retrato do desequilíbrio regional. **Interações**, v. 11, n. 2, p. 217-223, jul./dez. 2010.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A.. **Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices.** The Internacional Bank of Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, 2010. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/2693/520990PUB0EPI11010fficial0Use0Only1.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. Indicators of sustainable development. **Clean Technology Environment Policy**, n. 5, p. 279–288, 2003.

KUHN, T.S. **The Structure of Scientific Revolutions.** Chicago: Chicago University Press, 1962. Disponível em: <http://projekintegracija.pravo.hr/_download/repository/Kuhn_Structure_of_Scientific_Revolutions.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2013.

LABRADOR MORENO, J.; ALTIERI, M. A. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. **Hoja Divulgadora**, Madri, MAPA, n. 6-7/94, 1994, 52 p.

LAMARCHE, H. (Coord.). **Agricultura familiar: comparação internacional**. Campinas: Unicamp, 1993, v. 1 (coleção repertórios).

LAMPERT, J. A. Caderno didático de administração rural. *In: Administração Rural*. Santa Maria: DEAER/UFSM, 2003.

LEAL, M. N.; FRANÇA, V. L. A.. Modernização e reestruturação da produção agrícola e a organização do espaço agrário brasileiro. **Revista Geográfica de América Central**, número especial, p. 1-15, 2º semestre, 2011.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. 1ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2009. 440 p.

LIMA, V. F. S. de A.. **Tendências de avaliação no âmbito das políticas públicas: desafios e perspectivas**. *In: I Seminário Internacional & III Seminário de Modelos e Experiências de Avaliação de Políticas, Programas e Projetos*, 2010, Recife. Disponível em: <<http://arcusufpe.com/files/semeap10/semeap1003.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2014.

LIRA, M. A. *et al.* (orgs.). **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. Natal: EMPARN, 2010. 22 p.

LITTLE, R. J. A.; RUBIN, D. B. **Statistical Analysis with Missing Data**. Wiley Interscience. Hoboken-New Jersey: John Wiley & Sons, 2002. Disponível em: <<http://www.gbv.de/dms/ilmenau/toc/33682193X.PDF>>. Acesso em: 10 maio 2015.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia. **Agroanalysis**, v. 32, p. 28-34, fev. 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028545/agricultura-sustentabilidade-e-tecnologia>>. Acesso em: 16 maio 2016.

LOPES, S. B. **Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica**. 2001. 165 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LUNDIN, U. **Indicators for measuring the sustainability of urban water systems: a life cycle approach**. Ph.D. Thesis. Department of Environmental Systems Analysis, Chalmers University of Technology, Goteborg, Suécia, 2003.

LUNDEVALL, B. A. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter Publishers, 1992.

LYNN, L. E. **Designing public policy: a casebook on the role of policy analysis**. Santa Monica: Goodyear, 1980.

MACIEL, A. D. *et al.* Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 26, n. 3, p. 309-314, 2004.

MADDALA, G. S. **Introduction to econometrics**. 2. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1992.

MAGALHÃES, A. M. *et al.*. A experiência recente do PRONAF em Pernambuco: uma análise por meio de propensity score. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 1, p. 57-74, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-80502006000100004>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

MAGALHÃES, M. T. Q. **Metodologia para desenvolvimento de sistemas de indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da política nacional de transportes**. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MAHONEY, J. Path-dependent explanations of regime change: Central America in comparative perspective. **Studies in Comparative International Development**, v. 6, n. 1, 2001.

MAIA, G. S. **Avaliação e sustentabilidade dos programas de assentamento agrícola no estado do Ceará: um estudo de caso**. 2012. 148 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MAIA, G. S.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P.. Avaliação do impacto do programa de reforma agrária federal no Ceará: um estudo de caso. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 13, p. 379-398, 2013.

MAROCO, J. **Análise estatística com utilização do SPSS**. 3 ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2007.

MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, p. 71-79, 2014.

MAYER-SPOHN, O. **Sustainable development indicators within the german water industry: a case study**. Master Thesis. Chalmers University of Technology, Department of Environmental Systems Analysis (ESA), Göteborg, Sweden, 2004.

MEAD, L. M. Public policy: vision, potential, limits. **Policy Currents**, p. 1-4, fev. 1995. Disponível em: <<http://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/APSANET/8cecdffe-5e63-45a8-9176-4574182cf42d/UploadedFiles/Vol.%205,%20No.%201.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

MEADOWS, D. L. *et al.* **Limites do crescimento: um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.

MELO, R. M. S.; DUARTE, G. B. Impacto do Programa Bolsa Família sobre a frequência escolar: o caso da agricultura familiar no Nordeste do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 3, jul./set. 2010.

MENDOLA, M. Agricultural technology adoption and poverty reduction: a propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. **Food Policy**, v. 32, issue 3, p. 372-393, 2007. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/222434303_Agricultural_technology_adoption_and_poverty_reduction_A_propensity-score_matching_analysis_for_rural_Bangladesh>. Acesso em: 10 maio 2015.

MENDONÇA, K. F. C.; RIBEIRO, A. E. M; GALIZONI, F. M. Sucessão na agricultura familiar: estudo de caso sobre o destino dos jovens do alto Jequitinhonha, MG. *In:*

ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16, 2008. **Anais...Caxambu: ABEP, 2008.**

MENDONÇA, K. V. *et al.*. Análise das causas socioeconômicas da pobreza rural no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 519-542, jul./set. 2010.

MOKATE, K. M. Convirtiendo el “monstruo” en aliado: la evaluación como herramienta de la gerencia social. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 53, n. 1, p. 89-131. enero/marzo, 2002.

MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. **Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 1997.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *In:* Congresso Brasileiro de Meteorologia. 11, 2000. Anais...Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-7ea5f627d14a9f9a88cc694cf707236f.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. Novos paradigmas de gestão integrada e sustentável e tecnologias apropriadas para manejo de resíduos sólidos urbanos. *In:* SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10, 2010, Maceió. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2010.

MORENO, V. T.; MONTE, P. A. Avaliando o impacto dos rendimentos de aposentadoria no mercado de trabalho brasileiro. **Revista de Economia**, v. 39, n. 3 (ano 37), p. 59-76, set./dez. 2013.

MUELLER, C. C.; MARTINE, G. Modernização da agropecuária, emprego agrícola e êxodo rural no Brasil - A década de 1980. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 85-104, 1997.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

NEUFELD, J. L. Estatística aplicada à administração usando Excel. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. (orgs.). **Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília: Ed. Ibama, 2002.

NÚCLEO DE ESTUDOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS DA UNICAMP – NEPP. **Modelo de avaliação de programas sociais prioritários**. Campinas: NEPP, 1999. Disponível em: <http://www.fca.unicamp.br/portal/images/Programas_Disc_Graduacao/Programa_PG809.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

OBSERVATÓRIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A AGRICULTURA – OPPA. **Políticas públicas para enfrentamento da pobreza e da desigualdade no meio rural brasileiro: uma análise a partir da experiência da política de desenvolvimento territorial**. Rio de Janeiro: OPPA/CPDA, 2011, 31 p.

OLIVEIRA, A. F. S. **A sustentabilidade da agricultura orgânica familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba – CE)**. 2007, 97 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

OLIVEIRA, I. P.; *et al.* Queimadas e suas consequências na Região Centro-Oeste. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 2, p. 88 -103, nov. 2005. Disponível em: <http://www.fmb.edu.br/revista/edicoes/vol_1_num_2/queimadas.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2016.

OLIVEIRA, L. D de. A geopolítica do desenvolvimento sustentável: reflexões sobre o encontro entre economia e ecologia. **Carta Internacional** (USP), v. 7, p. 118-139, 2012.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. Paris: OECD Publishing, 2008. 158 p. Disponível em: < <http://www.oecd.org/std/42495745.pdf> >. Acesso em: 12 ago. 2012.

_____. Environmental indicators for agriculture: concepts and framework. Paris: OECD Publishing, v. 1, 1997. 46 p. Disponível em: <<https://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/40680795.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

_____. **Core set of Indicators for Environmental Performance Reviews**: a synthesis report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs n. 83. Paris: OECD, 1993. Disponível em:<<http://lead.virtualcentre.org/en/dec/toolbox/Refer/gd93179.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2011.

_____. **Principios de evaluación de asistencia para el desarrollo**. Paris: OECD Publishing, 1991.

PACHECO, C. A. P.; *et al.*. **BRS 2022**: híbrido duplo de milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7 p. (Comunicado Técnico n. 174)

PAIVA, R. M. **A agricultura no desenvolvimento econômico**: suas limitações como fator dinâmico. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1979.

_____. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. **Pesquisa e Planejamento**, v. 1, n. 2, p. 171-234, dez. 1971.

PASSOS, A. T. B. **O impacto do PRONAF SUSTENTÁVEL sobre a sustentabilidade agrícola da agricultura familiar**: o caso da microrregião do Vale do Médio Curu no Estado do Ceará. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. 211 p.

PATRUCCO, P. P. Institutional variety, networking and knowledge exchange: communication e innovation in the case of the Brianza technological district. **Regional Studies**, v. 37, n. 14, abr. 2003.

PEREIRA, C. M. S. S. **Gestão sistêmica de resíduos sólidos para a UEFS: subsídios para a construção de uma política participativa**. 2010. 259 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

PEREIRA, F. F. **Evolução do desenvolvimento rural sustentável no Estado do Ceará no período de 1995 a 2008**. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

PERROUX, F. O conceito de polo de crescimento. *In*: FAISSOL, Speridião (Org.). **Urbanização e Regionalização: relações com o desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978, p. 97-110.

PINHEIRO, V. F.; ALVES, C. L. B.; RODRIGUES, A. S. **Cultura, território e desenvolvimento na Região Metropolitana do Cariri – RMC**. *In*: SOUZA, F. L. M.; SOUSA, E. P.; JUSTO, W. R. (Orgs.). *Economia, sociedade e cultura*. Crato: RDS, 2014, 398 p.

PORTES, T. A.; SILVA, C.C. Cultivo consorciado. *In*: ARAUJO, R.S. *et al.* (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996, p. 619-638.

POSSAS, M. L.; SALES, S.; SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Research Policy**, 25, p. 933-945, 1996.

PUFAHL, A.; WEISS, C.R. Evaluating the Effects of Farm Programmes: Results from Propensity Score Matching. **European Review of Agricultural Economics**, v. 36, n. 1, p. 79-101, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/jbp001>>. Acesso em: 10 maio 2015.

QUIROGA-MARTINEZ, R. **Los indicadores de desarrollo sostenible: estado del arte**. Curso-Taller Indicadores de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. Santiago, sede de CEPAL, 2 al 6 de jun., 2003.

RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade de mensuração do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 55-76, dez. 2007.

RAFTERY, A. E. Bayesian model selection in social research. **Sociological Methodology**. v. 25, p. 111-163. 1995. Disponível em: <<https://www.stat.washington.edu/raftery/Research/PDF/socmeth1995.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015,

RAGAS, A. M. *et al.* Towards a sustainability indicator for production systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 3, n. 1-2, p. 123-129, 1995.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres; Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – Potafos, 1991. 343 p.

RAVALLION, M. 2008. Evaluating Anti-Poverty Programs. *In*: SCHULTZ, T. P.; STRAUSS, J. (EE.). **Handbook of Development Economics – v. 4**. 1st ed. Amsterdam: North-Holland, 2008, p. 3787-3846. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTISPMA/Resources/383704-1153333441931/Evaluating_Antipoverty_Programs.pdf>. Acesso em: 10 maio 2013.

REDCLIFT, M. La función de la tecnología agraria en el desarrollo sostenible. *In*: LOWE, P.; MARSDEN, T.; WHATMORE, S. (Coords.). **Cambio tecnológico y medio ambiente rural: procesos y reestructuraciones rurales**. Madrid: MAPA, 1993. p. 143-178. Disponível em: <http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/2687_all.pdf>. Acesso em: 16 maio 2016.

RESENDE, A. C. C.; OLIVEIRA, A. M. H. C.. Avaliando resultados de um programa de transferência de renda: o impacto do bolsa-escola sobre gastos das famílias brasileiras. **Estudos Econômicos**, v. 38, n. 2, p. 235-265, 2008.

RODRIGUES, A. S.; ALVES, C. L. B.; PAULO, E. M.. **Traços relevantes da evolução dos gastos sociais no Nordeste: uma análise para o período 2003-2010.** In: Eliane Pinheiro de Sousa; Francisca Laudeci Martins Souza; Wellington Ribeiro Justo. (Org.). *Economia Regional*. 1ª ed. Fortaleza: Premium Editora, 2012, v. 1, p. 60-102.

RODRIGUES, A. M. A abordagem ambiental: questões para reflexão. **GeoTextos**, v. 5, n.1, p. 183-201, jul. 2009.

RODRIGUES, D. E.; FERREIRA, I. M.. Modernização da agricultura e os reflexos na agricultura familiar. In: JORNADA DO TRABALHO, 12, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2011.

ROSENBAUM, P. R. Observational study. In: EVERITT, B. S.; HOWELL, David (editors). **Encyclopedia of statistics in behavioral sciences**. Chichester: John Wiley & Sons, v. 3, p. 1451-1462, 2005.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. **Observational Studies**. New York: Springer, 2002.

_____. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, p. 41-55, 1983.

RUBIN, D. B.; THOMAS, N. Matching using estimated propensity scores: relating theory to practice **Biometrics**, v. 52, n. 1, p. 249-264, mar. 1996.

SACHS, I. **A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009a, 390 p.

_____. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009b, 96 p.

_____. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993, 103 p.

SAISANA, M.; TARANTOLA, S.; SALTELLI, A.. Uncertainty and sensitivity techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 2, n. 168, p. 307-323, 2005.

SAMBUICHI, R. H.R. *et al.* **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Brasília: Ipea, 2012, 47 p. (Texto para Discussão, n. 1782). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1050/1/TD_1782.pdf>. Acesso em: 16 maio 2016.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient.** [online], v.17, n. 2, p. 203-212, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522012000200010>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

SANTOS, J. G.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade e Agricultura Familiar: um estudo de caso em uma associação de agricultores rurais. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 70-83, 2013.

SANTOS, R. B.; BRAGA, M. J. Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 3, p. 299-324, 2013.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S.. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-22, jan./mar. 2014.

SARTORI, V. C. *et al.* (Org.). **Cartilha para agricultores – adubação verde e compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas**. Caxias do Sul: EducS, 2011. Vários autores. Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/nucleos-pesquisa-einovacao-e-desenvolvimento/nucleos-de-inovacao-edesenvolvimento/agricultura-sustentavel/>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

SCHNEIDER, F.; COSTA, M. B. B. Diagnóstico socioeconômico, produtivo e ambiental dos agroecossistemas na Microbacia Hidrográfica do Rio Pirapora – Município de Piedade/SP. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 217-231, 2013.

SCHULTZ, T. W. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1965. 207 p.

SCHUMPETER, J. **A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982 (Os Economistas).

SHARPE, A. **Literature Review of Frameworks for Macro-indicators**. Centre for the Study of Living Standards, Research Report – 2004. Ottawa, Canadá. Feb. 2004.

SIENA, O; COSTA, G. B. **Desenvolvimento Sustentável: algumas questões sobre construção de indicadores**. In: 2º Seminário sobre Sustentabilidade, 2007, Curitiba: UNIFAE, 2007.

SILVA, A. W. L. *et al.*. A sustentabilidade agropecuária segundo a concepção e a prática de extensionistas rurais do Oeste Catarinense. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 2, p. 146-159, 2013. Disponível em: <DOI: 10.7177/sg.2013.v8.n2.a4>. Acesso em: 16 maio 2016.

SILVA, C. L. da; BASSI, N. S. S. Políticas públicas e desenvolvimento local. In: SILVA, Christian Luiz da (org.). **Políticas públicas e desenvolvimento local: instrumentos e proposições de análise para o Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2012, 190 p.

SILVA, D. M. F. **Avaliação do programa do milho híbrido no Estado do Ceará: aspectos competitivos, tecnológicos e seus determinantes, geração de emprego e renda**. 2005. 98 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SILVA NETO, B.; BASSO, D. A ciência e o desenvolvimento sustentável: para além do positivismo e da pós-modernidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 3, n. 2, p. 315-329, jul./dez. 2010.

SINGH, R. K. *et al.* An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, n. 15, p. 281-299, 2012.

SMITH, J.; TODD, P. Does Matching Overcome LaLonde's Critique of Nonexperimental Estimators?, **Journal of Econometrics**, v. 125, issues (1-2), p. 305-353, Mar./Apr. 2005.

SOBREIRA, D. B. **Avaliação dos impactos do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) no estado do Ceará: o caso do mel.** 2014. 149 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2014.

SOUZA, C.. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006.

SOUZA FILHO, H. M. *et al.* Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011.

_____. **Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos.** 42^o CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, Cuiabá, 2004.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **Associação Brasileira de Custos**, v. 2, n. 1, p. 57-78 jan./abr. 2007.

TAYRA, F., RIBEIRO, H.. Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 84-95, jan./abr. 2006.

TILMAN, D *et al.* Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, v. 108, n. 50, p. 20.260-20.264, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/108/50/20260.full>>. Acesso em: 16 maio 2016.

TORRENS, J. C. S. **Território e Desenvolvimento: a experiência de articulação territorial do Sudoeste do Paraná.** Projeto de Cooperação Técnica FAO/MDA. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.deser.org.br/publicacoes/estudosTerritoriais_2.pdf>. Acesso em: 11 maio 2013.

TREVISAN, A. P.; VAN BELLEN, Hans Michael. Avaliação de políticas públicas: uma revisão teórica de um campo em construção. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 529-550, maio/jun. 2008.

UNITED NATIONS COMMISSION ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT – UNCSO. **Indicators of Sustainable Development.** New York: US Sales Publication, 2005. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/natinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm>. Acesso em: 10 maio 2011.

_____. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**, 2nd ed. New York: US Sales Publication, 2001. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/sustdev/publications/indisd-mg2001.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. **Globalization, agriculture and the least developed countries.** New York, 2007.

VANLOQUEREN, G.; BARET, P. V. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. **Research Policy**, 38, p. 971-983, 2009.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2010, 220 p.

_____. Indicadores socioambientais: evolução e perspectivas. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 29, n. 4, dez. 2009.

_____. “**Não falta motivo para pensar que o jargão ecológico se tornou retórico e tão palpável quanto o Éden**” (online). 1998. Disponível em: <<http://www.estado.Estadao.com.br/jornal/98/07/04/news101.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

_____. Política agrícola diferenciada. In: TEIXEIRA, E. C.; VIEIRA, W. da C. (ed.) **Reforma da política agrícola e abertura econômica**. Viçosa: UFV, 1996, p. 31-47.

_____. Problemas da transição à agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 24, n. especial, p. 9-29, 1994.

VELTMEYER, H.; PETRAS, J. Camponeses numa era de globalização neoliberal: America Latina em movimento. In: PAULINO, Eliane T.; FABRINI, João Edmilson (Orgs). **Campe sinato e territórios em disputa**. 1 ° ed. São Paulo: Expressão Popular: UNESP, p. 79-117, 2008. (Geografia em Movimento). Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/geac/portal/wp-content/uploads/2012/10/VELTMEYERPETRAS-Camponeses.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA; V. C. P. Análise econômica da ovinocultura: estudo de caso na Metade Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Cienc. Rural**, v. 39, n. 4, p. 1176-1181, jul. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000400033&lng=en&nrm=iso>. Access em 22 set. 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. da. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 4, dez.. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010320032012000400008&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 nov. 2013.

VIEIRA, C. **Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.

WANDERLEY, M. de N. B. **O mundo rural como espaço de vida**: reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

WATSON, I. **The earnings of casual employees**: the problem of unobservables. Paper presented to HILDA Survey Research Conference, University of Melbourne, p. 28-29, Sept. 2005.

WU, H. *et al.*. Assessing the impact of agricultural technology adoption on farmers well-being using propensity-score matching analysis in rural China. **Asian Economic Journal**, v.

24, Issue 2, p. 141-160, jun. 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8381.2010.02033.x/full>>. Acesso em: 10 maio 2015.

ZHAO, Z. Sensitivity of propensity score methods to the specifications. Germany Institute for the Study of Labor (IZA), **IZA Discussion Papers**, 1873. 2005.

Discriminação	Area total (Ha)	Area Colhida	Cultura Consorciada		Produção	Preço Unitário (R\$/kg)	Receita Total
			Sim	Não			
2. Cult. Semipermanentes							
Mandioca							
3. Culturas Temporárias							
Milho Híbrido							
Feijão							

DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA

22. A água disponível na propriedade:

É suficiente para a produção, animais e para o uso doméstico ()

É suficiente apenas para o uso doméstico ()

Não é suficiente para o uso doméstico ()

23. A água é apropriada para: consumo humano () consumo animal () irrigação ()

24. A fonte de água para consumo doméstico é: cisterna (); poço artesiano (), barreiro/açude () rio/riacho () outra (): _____

CUSTOS DE PRODUÇÃO

25. Área arrendada _____

26. Custo do Arrendamento (em R\$ ou sacas por unidade de área): _____

27 A. Custo com fertilizantes _____

27 B. Custo com defensivos químicos _____

27. C. Despesa Mecanização _____

27.D. Despesas sementes _____

27. E. Despesas colheita _____

27.F. Outras (especificar) _____

28. Mão de obra contratada em 2015:

- Número de Pessoas _____; Idade desses trabalhadores, variando de _____ a _____ anos.

- Número de diárias _____; valor das diárias: _____
gasto total com mão de obra _____

29. Mão de obra Familiar utilizada na agricultura em 2015

Discriminação (familiares)	Idade	Sexo		N° horas/dia de trabalho	N° de dias/mês	N° de meses/ano
		M	F			

30. Em 2015, qual foi a Receita Total por ano, incluindo o consumo familiar, com:

- a produção agrícola? - R\$ _____ e, com

- a produção pecuária? - R\$ _____.

31. Qual foi a perda em 2015 na agricultura?

Sem perdas 5% 10% 20% Mais de 20%

32. Quais os motivos dessas perdas? _____

III. GESTÃO AMBIENTAL DA PROPRIEDADE

A) Práticas de preparo do solo

33. faz desmatamento: sim () não ()

34. faz queimada: sim () não ()

B) Práticas de Plantio

35. A) Terreno plantado é de inclinado ou é plano: sim () não ()

35 B) Se for inclinado usa curva de nível/terraços: sim () não () não se aplica ()

36. Usa plantio direto: sim () não ()

37. Faz rotação de culturas: sim () não ()

38. Faz adubação verde (uso de plantas leguminosas para fixação de nutrientes no solo, passando a máquina por cima antes do plantio): sim () não ()

39. Usa estreme: sim () não ()

40. Usa cobertura vegetal permanente: sim () não ()

41. Faz pousio (ou seja, deixa descansar a terra por pelo menos uma safra): sim () não ()

42. usa quebra vento: sim () não ()

43. faz conservação de mata ciliar: sim () não () não se aplica ()

44. faz reflorestamento: sim () não ()

45. usa compostagem e/ou biofertilizantes: sim () não ()

46. utiliza fertilizante químico: sim () não ()

Práticas de combate a pragas

47. faz controle biológico de pragas (aumenta a população de inimigos naturais ao evitar práticas de culturas inadequadas): sim () não ()

48. utiliza defensivos químicos: sim () não ()

49. Qual a frequência de uso de defensivos químicos: uma vez (); duas vezes (...); mais de duas vezes (...)

50. Não utiliza nenhum método de controle de pragas ()

Gestão de Resíduos

51. usa resíduos orgânicos: sim () não ()

52. faz aproveitamento de resíduos inorgânicos (embalagens em geral): sim () não ()

53. qual o destino das embalagens de produtos tóxicos? _____

IV ADOÇÃO TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO

Preparo de Solo

54. Faz análise de solo ou recebe ajuda de técnicos para isto: sim () não ()

55. Faz aração: sim () não ()

56. Realiza gradagem cruzada: sim () não ()

Sementes

57. usa a variedade recomendada para o município: sim () não ()
58. de onde adquire a semente: plantio dos grãos (), própria selecionada ou adquirida no comércio () distribuída pelo Estado ()
59. utiliza sementes melhoradas : sim () não ()
- 59.B utiliza algum produto para tratamento de sementes (para evitar parasitas e fungos): sim () não ()

Plantio

60. Plantio manual: sim () não ()
61. Plantio mecânico: sim () não ()
62. qual o espaçamento entre as covas? _____
63. qual o número de sementes de milho plantadas por cova? _____
64. Qual o espaçamento entre as filas? _____
65. O senhor plantou em qual mês em 2015? _____
- SE NÃO FOR BENEFICIÁRIO DO HORA DE PLANTAR PULAR PARA A 68
66. O Senhor plantou todas as sementes que recebeu? _____
67. O Senhor deu uma parte das sementes a algum amigo ou distribuiu aos animais? _____

Desbaste

68. realiza desbaste (ou raleio): sim () não ()

Controle de pragas:

69. Realiza controle de pragas: sim () não ()
70. Utiliza inseticida: sim () não ()
71. Utiliza herbicida: sim () não ()
72. Utiliza fungicida: sim () não ()

Tecnologia pós-colheita

73. onde fica armazenado a produção de milho? _____
74. o Sr tem problemas com insetos no local de armazenamento? sim () não ()
75. utiliza pastilhas ou gastoxin contra os insetos no local de armazenamento? sim () não ()

Serviços de Assistência Técnica

76. Você recebe Assistência Técnica? Sim () Não ()
- SE A RESPOSTA FOR NÃO PULE PARA A PERGUNTA 80
77. qual a forma de recebimento de assistência técnica? Individual () em grupo ()
78. Cite os assuntos que são discutidos nas visitas de Assistência Técnica?
- _____
- _____
79. Com que frequência recebe Assistência Técnica?)
- A cada 15 dias () mensalmente () a cada dois meses () mais de dois meses ()

Informações Adicionais

80. Quais os fertilizantes mais utilizados? _____

81. Qual a quantidade de fertilizantes utilizada? (em kg/ha ou litros por hectare):

82. Quais os defensivos químicos mais utilizados? _____

82. Quantidade de defensivos utilizada? ((em kg/ha ou litros por hectare)):

83. Quem lhe orientou a usar os fertilizantes e os defensivos?
Técnico da EMATERCE () Técnico da Associação/Cooperativa ()
um amigo agricultor () vendedor dos produtos ()

AS QUESTÕES ABAIXO SOMENTE PARA BENEFICIÁRIOS DO PROGRAMA

84. O Sr.(a) tem conhecimento que existe uma redução no valor a ser pago pelas sementes ao agricultor que não pratica queimada ou que adota práticas agroecológicas? Sim () Não ()

85. O Sr. já recebeu este bônus? Sim () Não ()

**APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, ESTADO CIVIL E FAIXA ETÁRIA, MICRORREGIÃO DO CARIRI,
2016**

Estado Civil por faixa etária		participação no Projeto Hora de Plantar		Total	
		não beneficiário	beneficiário		
solteiro	faixa etária	entre 21 e 32 anos	4	1	5
		entre 33 e 44 anos	3	1	4
		entre 45 e 56 anos	5	1	6
		entre 57 e 68 anos	2	2	4
		entre 69 e 80 anos	1	0	1
		entre 81 e 92 anos	2	0	2
		Total	17	5	22
casado	faixa etária	entre 21 e 32 anos	8	5	13
		entre 33 e 44 anos	16	15	31
		entre 45 e 56 anos	25	27	52
		entre 57 e 68 anos	25	15	40
		entre 69 e 80 anos	11	6	17
		entre 81 e 92 anos	1	0	1
		Total	86	68	154
viúvo	faixa etária	entre 45 e 56 anos	2	1	3
		entre 69 e 80 anos	2	0	2
		Total	4	1	5
união estável	faixa etária	entre 21 e 32 anos	2	2	4
		entre 33 e 44 anos	6	9	15
		entre 45 e 56 anos	1	2	3
		entre 57 e 68 anos	2	0	2
		entre 69 e 80 anos	1	0	1
		Total	12	13	25
separado ou divorciado	faixa etária	entre 33 e 44 anos	0	1	1
		entre 45 e 56 anos	0	1	1
		entre 57 e 68 anos	0	1	1
		entre 69 e 80 anos	1	0	1
		Total	1	3	4
Total		120	90	210	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

**APÊNDICE C – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, NÚMERO DE PESSOAS NA RESIDÊNCIA E FAIXA ETÁRIA,
MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016**

Número de pessoas na residência por faixa etária		participação no Projeto Hora de Plantar		Total	
		não beneficiário	beneficiário		
1 e 2	faixa etária	entre 21 e 32 anos	1	0	1
		entre 33 e 44 anos	1	1	2
		entre 45 e 56 anos	9	6	15
		entre 57 e 68 anos	9	4	13
		entre 69 e 80 anos	8	2	10
		entre 81 e 92 anos	2	0	2
		Total	30	13	43
3 e 4	faixa etária	entre 21 e 32 anos	8	8	16
		entre 33 e 44 anos	13	17	30
		entre 45 e 56 anos	11	18	29
		entre 57 e 68 anos	10	5	15
		entre 69 e 80 anos	5	2	7
		entre 81 e 92 anos	1	0	1
		Total	48	50	98
5 e 6	faixa etária	entre 21 e 32 anos	3	0	3
		entre 33 e 44 anos	11	4	15
		entre 45 e 56 anos	9	5	14
		entre 57 e 68 anos	9	7	16
		entre 69 e 80 anos	3	2	5
		Total	35	18	53
7 e 8	faixa etária	entre 21 e 32 anos	2	0	2
		entre 33 e 44 anos	0	3	3
		entre 45 e 56 anos	3	3	6
		entre 57 e 68 anos	0	1	1
		Total	5	7	12
9 e 10	faixa etária	entre 33 e 44 anos	0	1	1
		entre 45 e 56 anos	1	0	1
		entre 57 e 68 anos	1	1	2
		Total	2	2	4
Total		120	90	210	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

**APÊNDICE D – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, TEMPO DE ATIVIDADE NA AGRICULTURA E FAIXA ETÁRIA,
MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016**

tempo de atividade na agricultura por faixa etária		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Menos de 5 anos	faixa etária entre 21 e 32 anos	4	1	5
	entre 33 e 44 anos	4	3	7
	entre 45 e 56 anos	3	1	4
	entre 57 e 68 anos	4	1	5
	entre 69 e 80 anos	2	2	4
	Total	17	8	25
De 5 a 10 anos	faixa etária entre 21 e 32 anos	2	1	3
	entre 33 e 44 anos	1	6	7
	entre 45 e 56 anos	3	8	11
	entre 57 e 68 anos	2	5	7
	entre 69 e 80 anos	0	1	1
	Total	8	21	29
De 11 a 15 anos	faixa etária entre 21 e 32 anos	4	1	5
	entre 33 e 44 anos	0	1	1
	entre 45 e 56 anos	5	3	8
	Total	9	5	14
Acima de 16 anos	faixa etária entre 21 e 32 anos	4	5	9
	entre 33 e 44 anos	20	16	36
	entre 45 e 56 anos	22	20	42
	entre 57 e 68 anos	23	12	35
	entre 69 e 80 anos	14	3	17
	entre 81 e 92 anos	3	0	3
	Total	86	56	142
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

**APÊNDICE E – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, TEMPO DE ATIVIDADE NA AGRICULTURA E NÍVEL DE
ESCOLARIDADE DO PRODUTOR, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016**

tempo de atividade na agricultura por nível de escolaridade do produtor			participação no Projeto Hora de Plantar		Total
			não beneficiário	beneficiário	
Menos de 5 anos	nível de escolaridade do produtor	sem instrução fundamental	11	6	17
		médio	5	2	7
			1	0	1
		Total	17	8	25
De 5 a 10 anos	nível de escolaridade do produtor	sem instrução fundamental	4	8	12
		médio	2	9	11
			2	4	6
		Total	8	21	29
De 11 a 15 anos	nível de escolaridade do produtor	sem instrução fundamental	1	1	2
		médio	8	3	11
			0	1	1
		Total	9	5	14
Acima de 16 anos	nível de escolaridade do produtor	sem instrução fundamental	42	18	60
		médio	38	32	70
		superior	5	6	11
			1	0	1
		Total	86	56	142
Total			120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

**APÊNDICE F – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, TRANSFERÊNCIA PÚBLICA RECEBIDA E NÚMERO DE FILHOS
NA RESIDÊNCIA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016**

Tipo de transferências recebida por número de filhos na residência		participação no Projeto Hora de Plantar		Total	
		não beneficiário	beneficiário		
não recebe	número de	,00	7	3	10
	filhos na residência	1,00	3	0	3
		2,00	2	3	5
		3,00	0	1	1
		4,00	1	0	1
		7,00	0	1	1
	Total	13	8	21	
somente bolsa família	número de	,00	8	8	16
	filhos na residência	1,00	12	14	26
		2,00	14	14	28
		3,00	10	7	17
		4,00	6	1	7
		5,00	2	2	4
	6,00	1	3	4	
9,00	1	0	1		
Total	54	49	103		
somente aposentadoria ou pensão	número de	,00	22	13	35
	filhos na residência	1,00	8	4	12
		2,00	7	4	11
		3,00	3	2	5
		4,00	1	0	1
Total	41	23	64		
bolsa família e aposentadoria ou pensão	número de	,00	2	2	4
	filhos na residência	1,00	1	1	2
		2,00	0	2	2
		3,00	1	2	3
		4,00	1	1	2
		6,00	1	1	2
	8,00	1	0	1	
Total	7	9	16		
aposentadoria e pensão	número de	,00	1	1	2
	filhos na residência	1,00	2	–	2
		2,00	1	–	1
		3,00	1	–	1
Total	5	1	6		
Total		120	90	210	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

**APÊNDICE G – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, SISTEMA DE CULTIVO E FAIXA DE PRODUTIVIDADE,
MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016**

Sistema de cultivo por faixa de produtividade			participação no Projeto Hora de Plantar		Total
			não beneficiário	beneficiário	
cultivo não consorciado		até 15	17	3	20
	faixa de produtividade (em sacas por hectare)	de 15,01 até 30,00	18	18	36
		de 30,01 até 45,00	14	17	31
		de 45,01 até 60,00	4	6	10
		de 60,01 até 75,00	1	6	7
		acima de 75,00	0	3	3
Total		54	53	107	
cultivo consorciado		até 15	36	17	53
	faixa de produtividade (em sacas por hectare)	de 15,01 até 30,00	19	10	29
		de 30,01 até 45,00	8	5	13
		de 45,01 até 60,00	2	2	4
		de 60,01 até 75,00	1	2	3
		acima de 75,00	0	1	1
Total		66	37	103	
Total			120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

**APÊNDICE H – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO,
POR GRUPO, VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS
AMBIENTAIS DE PREPARO DO SOLO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016**

Variáveis do IPAPS		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
faz desmatamento	sim	35	31	66
	não	85	59	144
Total		120	90	210
faz queimada	sim	55	47	102
	não	65	43	108
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE I – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO (IPPA), MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do IPPA		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Tipo de inclinação do terreno	inclinado	62	48	110
	plano	58	42	100
Total		120	90	210
Curva de nível	Não	120	89	209
	Sim	0	1	1
Total		120	90	210
Plantio direto	não	107	84	191
	sim	13	6	19
Total		120	90	210
Rotação de cultura	não	79	54	133
	sim	40	36	76
Total		120	90	210
Adubação verde	não	104	82	186
	sim	16	8	24
Total		120	90	210
Usa estrume	não	106	84	190
	sim	12	6	18
Total		120	90	210
Compostagem biofertilizante	e/ou não	111	86	197
	sim	6	4	10
Total		120	90	210
Fertilizante químico	sim	17	14	31
	não	103	76	179
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE J – DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS DE PÓS-PLANTIO (IPPP), MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do IPPP	participação no Projeto Hora de Plantar		Total
	não beneficiário	beneficiário	
usa herbicida	63	54	117
faz capina manual	57	36	93
Total	120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE K DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do IPRA		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
faz cobertura vegetal	não	88	61	149
	sim	32	29	61
Total		120	90	210
faz pousio	não	69	48	117
	sim	51	42	93
Total		120	90	210
faz conservação de mata ciliar	não	61	41	102
	sim	38	43	81
	Não aplica	21	6	27
Total		120	90	210
faz reflorestamento	não	114	84	198
	sim	6	6	12
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE L DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE PRÁTICAS DE CONTROLE DE PRAGAS, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do IPCP	participação no Projeto Hora de Plantar		Total
	não beneficiário	beneficiário	
Não faz controle de pragas	40	26	66
Controle biológico	0	1	1
Utiliza Defensivo químico	80	63	143
Total	120	90	210
Frequência uso defensivo químico	Não aplica	27	67
	Uma vez	43	89
	Duas vezes	17	39
	Mais de duas vezes	3	15
Total	120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE M DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do IGRS		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Reaproveitamento de resíduos orgânicos	não	101	79	180
	sim	19	11	30
Total		120	90	210
Reutilização de embalagens plásticas não tóxicas	não	114	86	200
	sim	6	4	10
Total		120	90	210
Forma de descarte do lixo tóxico	Não utiliza	40	27	67
	Fez descarte regular	20	17	37
	Ambiente	21	14	35
	Armazena na propriedade	3	0	3
	Lixo urbano	11	8	19
	queima	25	24	49
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE N DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE PREPARO DO SOLO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do ITPS			participação no Projeto Hora de Plantar		Total
			não beneficiário	beneficiário	
Não faz Análise de Solo	faixa de produtividade	até 15	44	18	62
		de 15,01 até 30,00	35	28	63
		de 30,01 até 45,00	21	21	42
		de 45,01 até 60,00	6	8	14
		de 60,01 até 75,00	2	7	9
		acima de 75,00	0	4	4
Faz Análise de Solo	faixa de produtividade	até 15	9	2	11
		de 15,01 até 30,00	2	0	2
		de 30,01 até 45,00	1	1	2
		de 60,01 até 75,00	0	1	1
Total			120	90	210
Não faz aração	faixa de produtividade	até 15	34	15	49
		de 15,01 até 30,00	13	12	25
		de 30,01 até 45,00	7	3	10
		de 45,01 até 60,00	0	3	3
		de 60,01 até 75,00	0	2	2
Faz aração	faixa de produtividade	até 15	19	5	24
		de 15,01 até 30,00	24	16	40
		de 30,01 até 45,00	15	19	34
		de 45,01 até 60,00	6	5	11
		de 60,01 até 75,00	2	6	8
		acima de 75,00	0	4	4
Total			120	90	210
Não faz Gradagem	faixa de produtividade	até 15	42	18	60
		de 15,01 até 30,00	28	22	50
		de 30,01 até 45,00	17	18	35
		de 45,01 até 60,00	5	7	12
		de 60,01 até 75,00	0	4	4
		acima de 75,00	0	4	4
Faz Gradagem	faixa de produtividade	até 15	11	2	13
		de 15,01 até 30,00	9	6	15
		de 30,01 até 45,00	5	4	9
		de 45,01 até 60,00	1	1	2
		de 60,01 até 75,00	2	4	6
Total			120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE O DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE PLANTIO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do ITP		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Tecnologia de Plantio	Manual	118	85	203
	Mecânica	2	5	7
Total		120	90	210
Adequação do espaçamento entre covas	Não adequado	65	40	105
	Adequado	55	50	105
Total		120	90	210
Adequação da quantidade de sementes semeadas	Não adequado	69	22	91
	Adequado	51	68	119
Total		120	90	210
Adequação do espaçamento entre filas	Não adequado	18	17	35
	Adequado	102	73	175
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE P DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO, VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE DESBASTE E ADEQUAÇÃO DA QUANTIDADE DE SEMENTES, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Realização de desbaste e adequação da quantidade de sementes			participação no Projeto Hora de Plantar		Total
			não beneficiário	beneficiário	
Não realiza Desbaste	Semeia	Não	39	10	49
	adequadamente	Sim	34	37	71
	Total		73	47	120
Realiza Desbaste	Semeia	Não	30	12	42
	adequadamente	Sim	17	31	48
	Total		47	43	90
Total			120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE Q DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA DE CONTROLE FITOSSANITÁRIO, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do ITCF		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Realiza_controle químico	Não	40	27	67
	Sim	80	63	143
Total		120	90	210
Inseticida	Não	30	23	53
	Sim	50	40	90
Total		80	63	143
Herbicida	Não	18	11	29
	Sim	62	52	114
Total		80	63	143
Fungicida	Não	75	60	135
	Sim	5	3	8
Total		80	63	143

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE R DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DE TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do ITPC		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Exposição ao Risco de Armazenamento	Sim	99	70	169
	Não	21	20	41
Total		120	90	210
Aplicaram pastilha ou gastoxim	Não	89	55	144
	Sim	31	35	66
Total		120	90	210

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo

APÊNDICE S DISTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DOS PRODUTORES DE MILHO, POR GRUPO E VARIÁVEIS COMPONENTES DO INDICADOR DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, MICRORREGIÃO DO CARIRI, 2016

Variáveis do ISAT		participação no Projeto Hora de Plantar		Total
		não beneficiário	beneficiário	
Recebe serviços de assistência técnica	não	101	67	169
	sim	19	23	42
Total		120	90	210
Forma de prestação dos serviços de assistência técnica	em grupo	7	11	18
	individualmente	12	12	24
Total		19	23	42
Frequência da prestação dos serviços de assistência técnica	mais de 2 meses	14	17	31
	a cada dois meses	4	1	5
	mensalmente	1	4	5
	a cada 15 dias	0	1	1
Total		19	23	42

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa de campo